

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

DOMINIQUE LEITE ADAM

**Premissas de criação de imagens em relevo em
Objetos de Aprendizagem para cegos**

CURITIBA, 2015

DOMINIQUE LEITE ADAM

**Premissas de criação de imagens em relevo em
Objetos de Aprendizagem para cegos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Paraná como requisito para obtenção do título de mestre em Design, na área de concentração Design Gráfico.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Carla G. Spinillo

Co-orientador(a): Prof.^a Dr.^a. Claudia Mara Scudelari de Macedo

CURITIBA, 2015

Catálogo na publicação
Mariluci Zanela – CRB 9/1233
Biblioteca de Ciências Humanas e Educação - UFPR

Adam, Dominique Leite

Premissas de criação de imagens em relevo em objetos de aprendizagem
para cegos / Dominique Leite Adam – Curitiba, 2015.
227 f.

Orientadora: Profa. Dra. Carla Galvão Spinillo

Co-orientadora: Profa. Dra. Claudia Mara Scudelari de Macedo

Dissertação (Mestrado em Design) – Setor de Artes, Comunicação e
Design da Universidade Federal do Paraná.

1. Design gráfico. 2. Acessibilidade. 3. Sintaxe gráfica. 4. Imagem tátil.
5. Cegos. I. Título.

CDD 745.2


TERMO DE APROVAÇÃO

DOMINIQUE LEITE ADAM


PREMISSAS DE CRIAÇÃO DE IMAGENS EM RELEVO EM OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA CEGOS

Dissertação de Mestrado aprovada em sua versão definitiva como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Design, área de concentração em Design Gráfico e de Produto, no Programa de Pós-Graduação em Design do Setor de Artes, Comunicação e Design da Universidade Federal do Paraná.

Curitiba, 25 de fevereiro de 2015.



Profa. Dra. Carla Galvão Spinillo
(orientadora e presidente - UFPR)



Profa. Dra. Stephania Padovani
(examinadora interna - UFPR)



Profa. Dra. Laís Cristina Licheski
(examinadora externa - UFPR)

Agradecimento

Esta dissertação é fruto de muito esforço e dedicação dos últimos 2 anos. De certa forma, faz parte da caminhada que vem sendo feita desde o término da graduação, em 2011. Esta conquista só pode ser concretizada devido ao apoio de algumas pessoas. Os meus mais sinceros agradecimentos:

À minha família, por compreender minha ausência, e me apoiar de olhos fechados.

Ao meu noivo Luis, pela paciência, amor, compreensão e pelas palavras motivadoras;

Ao apoio dos amigos de longa data, Isaac, Beta, Leo, Dari, Marcela, Camila, Matt, Gaby e Beto, que de perto ou longe, me auxiliaram a retirar as pedras do caminho e seguir adiante;

Aos colegas Lu Bush, Waleska, Paulinha, Fer, Marcos, Gláucia, Rapha, Giselle, Carla, Zaffari, Luiz Claudio, que compartilharam das mesmas dores e alegrias de ser um mestrando;

Aos participantes voluntários da pesquisa, pela disposição e contribuições valiosas – sem vocês este estudo não seria possível;

À Capes, pela bolsa de estudos concedida;

Aos professores do PPG Design, pelo apoio e confiança; à co-orientadora Claudia Macedo que, no início, mostrou um novo universo sobre objetos de aprendizagem acessíveis;

Em especial, à orientadora Carla Spinillo, que me acompanhou desde a graduação, e que me “colocou no trilho” para seguir em frente;

Aos avaliadores da banca de qualificação e defesa, seus comentários, críticas e sugestões foram, sem dúvidas, essenciais para a consistência da pesquisa.

Muito obrigada.

*“Tudo é precioso para aquele que foi,
por muito tempo, privado de tudo”.*

Friedrich Nietzsche

Resumo

A acessibilidade de imagens apresentadas em objetos de aprendizagem para pessoas com deficiência visual se dá com auxílio de tecnologias assistivas como a audiodescrição e texto alternativo, porém até que ponto as imagens podem ser descritas mantendo sua estrutura e facilitando a aquisição da informação? Diante disso, a presente dissertação tem o objetivo de identificar as características gráficas que uma imagem tátil deve possuir para ser acessível às pessoas cegas. O estudo parte de uma revisão bibliográfica para verificar o estado da arte, identificando o que já foi e está sendo estudado associando às diretrizes de acessibilidade para imagens táteis (digitais e impressas). A partir disso, foi formulado um quadro analítico para ser aplicado no estudo de imagens táteis de um repositório de imagens em relevo para objetos de aprendizagem, identificando a tendência dessas representações. Em seguida, foi realizado o estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto, com desenvolvedores de objetos de aprendizagem e/ou ilustradores, e educadores de pessoas cegas, a fim de verificar se as imagens táteis disponíveis em bancos de imagens apresentam a sintaxe gráfica adequada para ser perceptível às pessoas cegas. Com os resultados aprimorou-se o quadro analítico. Conclui-se que foi possível a identificação da sintaxe gráfica de imagens táteis a partir da literatura adotada e apresentada no quadro analítico proposto. Por fim apontou-se a necessidade de futuras pesquisas para validação do quadro no desenvolvimento de imagens táteis.

Palavras chave: Sintaxe gráfica. Acessibilidade. Imagem tátil. Cegos.

Abstract

The accessibility of images presented in learning objects for people with visual impairment occurs with the aid of assistive technologies such as audio description and alternative text, but how far images could be described keeping its structure and facilitating the acquisition of information? Thus, this thesis aims to identify the graphic features that a tactile image must have to be accessible to blind people. The study starts with a literature review, to check the state of the art, identifying what has been and is being studied associated with the existing accessibility guidelines to digital and tactile images, from which was proposed a graphical analysis instrument to be applied on the analytical study. The aim of the analytical study was to review tactile images from a repository of learning objects, identifying its trend. After this study, a research with developers and educators was carried out with the purpose to verify if the tendency of the graphic features found in the analytical study is perceptible to blind people from experts' point of view. With the results, the analytical framework was improved. It was concluded that it was possible to identify the graphical syntax of tactile pictures from the literature adopted and presented in the analytical framework . Finally we pointed up the need of future studies to validate the framework to develop tactile images.

Keywords: Graphical syntax. Accessibility. Tactile image. Blind.

Lista de Figuras

Capítulo 1 Linguagem e Representação gráfica	28
Figura 1.1 Representação da estrutura de linguagem gráfica	29
Figura 1.2 Letras do alfabeto em braile.....	29
Figura 1.3 Ilustração em relevo de uma borboleta	29
Figura 1.4 Marcas gráficas em relevo.....	29
Figura 1.5 Sequência de pontos	30
Figura 1.6 Linha: ponto em movimento.....	31
Figura 1.7 Paul Klee. A Escrita. Cortesia de Curt Valentin	31
Figura 1.8 Xilogravura de Dürer	31
Figura 1.9 Formas básicas	32
Figura 1.10 Exemplificação de escala.....	32
Figura 1.11 Direções visuais.....	32
Figura 1.12 Exemplificação de movimento	33
Figura 1.13 Exemplos de gráficos.....	34
Figura 1.14 Exemplos de tabelas.....	34
Figura 1.15 Exemplo de mapa.....	35
Figura 1.16 Exemplos de diagramas.....	35
Figura 1.17 Exemplos de ícones	36
Figura 1.18 Exemplos de imagem	36
Figura 1.19 Modelo de linguagem	37
Figura 1.20 Funções dos elementos da comunicação.....	38
Figura 1.21 Variáveis visuais de acordo com Bertin (1986).....	42
Figura 1.22 Elementos morfológicos da linguagem visual	44
Figura 1.23 Propriedades dos elementos primitivos.....	44
Figura 1.24 Agrupamento visual	45
Figura 1.25 A linguagem visual segundo Engelhardt (2002)	46
Figura 1.26 Objeto gráfico composto.....	46
Figura 1.27 Exemplo de separação por espaçamento	48
Figura 1.28 Exemplo de separação por separador	48
Figura 1.29 Exemplo de separação <i>lineup</i> (linha única)	49

Figura 1.30	Exemplo de separação <i>lineup</i> (linha sementada).....	49
Figura 1.31	Exemplo de elementos de lincagem – conectores conceituais	49
Figura 1.32	Exemplo de elementos de lincagem – conectores físicos	50
Figura 1.33	Exemplo de elementos de lincagem – conectores entre rótulo e objeto rotulado.....	50
Figura 1.34	Exemplo de separação por <i>containers</i>	51
Figura 1.35	Exemplo de superimposição	51
Figura 1.36	Exemplo de relação texto imagem. Rótulo como elemento de ancoragem e texto como complemento.....	53
Figura 1.37	Modelo para criação de SSPs	54
Figura 1.38	Variáveis gráficas táteis	56
Figura 1.39	Modelo de <i>layout</i> para a reprodução de mapas	58
Figura 1.40	Representação de uma cadeira – vistas	60
Figura 1.41	Representação de uma cadeira	60
Figura 1.42	Modelo de disposição da representação tátil	61
Capítulo 2 Percepção, cegueira e diretrizes de acessibilidade.....		65
Figura 2. 1	Exemplos de representação dependente, independente e por convenção, respectivamente.....	66
Figura 2. 2	Phantom (SensAble Technologies)	70
Figura 2. 3	<i>Cybergrasp</i> (CyberGlove Systems®)	71
Figura 2. 4	<i>Tiger Embosser</i> ®	71
Figura 2. 5	Impressora braile.....	72
Figura 2. 6	Impressora braile e à tinta.....	72
Figura 2. 7	<i>Thermoform EZ-FORM</i> e material plástico (Papel <i>Braillon</i> 290 mm)	73
Figura 2. 8	Papel micro capsulado.....	73
Figura 2. 9	Consórcios selecionados para servirem como referência para a escolha de recomendações sobre acessibilidade de imagens estáticas.....	74
Capítulo 3 Quadro analítico proposto para a sintaxe gráfica de imagens táteis		77
Figura 3. 1	Variação de dimensão do ponto.....	84
Figura 3. 2	Variação de espessura, tipo e angulação da linha.....	84
Figura 3. 3	Números e letras	84
Figura 3. 4	Setas	85

Figura 3. 5	Marcas semânticas	85
Figura 3. 6	Compleitude da representação gráfica.	85
Figura 3. 7	Vistas da representação gráfica de um cérebro	86
Capítulo 4 Métodos da pesquisa.....		89
Figura 4. 1	Exemplo de imagens táteis que constituem a amostra	91
Figura 4. 2	Cartões de níveis, subníveis e variáveis gráficas.....	95
Figura 4. 3	Processo de análise do <i>card sorting</i>	96
Figura 4. 4	Amostra do estudo analítico por júri.....	97
Capítulo 5 Resultados do estudo analítico		99
Figura 5. 1	Exemplos de imagens escalonáveis	99
Figura 5. 2	Imagens com baixo contraste	100
Figura 5. 3	Imagem com contornos incompletos e sem linha de contorno, respectivamente	100
Figura 5. 4	Imagens que apresentam linhas ou formas sobrepostas	100
Figura 5. 5	Exemplo imagem com diferentes espessuras e tipos de linhas.....	101
Figura 5. 6	Imagens que respeitam a disposição do cânone egípcio	101
Figura 5. 7	Exemplos de imagens que apresentam secção lateral se enquadrando no modelo do cânone egípcio	102
Figura 5. 8	Exemplo de imagens que apresentam gradação cromática	102
Figura 5. 9	Imagens que apresentam a variável textura.....	103
Figura 5. 10	Imagens que apresentam elementos de lincagem entre texto e imagem	103
Figura 5. 11	Variações de linha – Imagem 15 da amostra. APH, 2013	106
Capítulo 6 Resultados do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto		109
Figura 6. 1	Card sorting – P2 (Grupo 1 – desenvolvedores)	112
Figura 6. 2	Card sorting – P8 (Grupo 2 – educadores)	112
Figura 6. 3	Nível 1 – Imagem de acordo com P4 (Grupo 1 – desenvolvedores)	113
Figura 6. 4	Nível 1 – Imagem de acordo com P7 (Grupo 2 – educadores).....	113
Figura 6. 5	Nível 2 – Relação imagem e texto de acordo com P5 (Grupo 1 – desenvolvedores)	114
Figura 6. 6	Nível 2 – Relação imagem e texto de acordo com P9 (Grupo 2 – educadores).....	114

Figura 6. 7	Variáveis gráficas inseridas por P5 (Grupo 1 – desenvolvedores)	118
Figura 6. 8	Amostra do estudo analítico	119
Figura 6. 9	Estudo analítico por júri – P5 (desenvolvedor).....	120
Figura 6. 10	Estudo analítico por júri – P8 (educador)	120
Capítulo 7 	Discussão geral	135
Figura 7. 1	Amostra 01 – Representação tátil do sistema circulatório	139
Figura 7. 2	Amostra 02 – Representação tátil dos ossos inferiores da perna....	140
Figura 7. 3	Amostra 03 – Representação tátil do intestino grosso	141

Lista de Gráficos

Capítulo 5 Resultados do estudo analítico	99
Gráfico 5.1 Incidência das características encontradas de acordo com o Nível 1 – Imagem	104
Gráfico 5.2 Incidência das características encontradas de acordo com o Nível 2 – Relação imagem e texto.....	105
Capítulo 7 Discussão geral	135
Gráfico 7. 1 Utilização do quadro analítico	145

Lista de quadros

Capítulo 1 Linguagem e Representação gráfica	28
Quadro 1.1 Síntese de recomendações da literatura sobre a imagem tátil.....	40
Quadro 1.2 Comparativo de nomenclatura para os mesmos fenômenos	41
Quadro 1.3 Comparativo entre Twyman (1979) e Horn (1998)	43
Quadro 1.4 Comparação das relações objeto-objeto e objeto-espaço.....	52
Quadro 1.5 Modelo da representação egípcia.....	59
Quadro 1.6 Recomendações de acessibilidade de imagens táteis	63
Capítulo 3 Quadro analítico proposto para a sintaxe gráfica de imagens táteis	77
Quadro 3.1 Quadro analítico inicial - análise de imagens táteis	79
Quadro 3.2 Panorama das variáveis gráficas utilizadas para o estudo analítico	80
Quadro 3.3 Quadro analítico proposto.	83
Capítulo 4 Métodos da pesquisa.....	89
Quadro 4.1 Quantidade de imagens táteis do repositório TGIL.....	91
Quadro 4.2 Quadro analítico proposto	92
Quadro 4.3 Síntese da pesquisa – relação das etapas de pesquisa com objetivos, tipo de pesquisa e técnica de coleta.....	98
Capítulo 6 Resultados do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto	109
Quadro 6.1 Perfil dos participantes do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto	110
Quadro 6.2 Indicação de variáveis gráficas de acordo com os Grupos 1 – desenvolvedores e Grupo 2 – educadores.	115
Quadro 6.3 Variáveis gráficas apontadas no <i>card sorting</i>	117
Quadro 6.4 Estudo analítico por júri.....	121
Quadro 6.5 Síntese do estudo analítico por júri de acordo com os grupos de participantes.....	124
Quadro 6.6 Variáveis gráficas apontadas no estudo analítico por júri.....	125
Quadro 6.7 Respostas da primeira questão da entrevista com os participantes.....	126
Quadro 6.8 Problemas de interpretação relacionados à nomenclatura das variáveis gráficas	127

Quadro 6.9 Síntese de respostas do Grupo 1 – desenvolvedores.....	129
Quadro 6.10 Síntese de respostas do Grupo 2 – educadores	130
Capítulo 7 Discussão geral	135
Quadro 7.1 Principais apontamentos do <i>card sorting</i> relacionados às variáveis propostas no Capítulo 3	138
Quadro 7.2 Comparativo de análises – amostra 1	139
Quadro 7.3 Comparativo de análises – amostra 2	141
Quadro 7.4 Comparativo de análises – amostra 3	142
Quadro 7.5 Principais apontamentos dos estudos analíticos	143

Sumário

Introdução	19
Breve contextualização: tecnologia assistiva e imagem tátil	20
Delimitação do tema e abordagem	21
Problema e delimitação do estudo	21
Objetivos	22
Justificativa	22
Panorama geral dos métodos de pesquisa	26
Estrutura da dissertação	26
Capítulo 1 Linguagem e Representação gráfica	28
1.1 Linguagem gráfica	28
1.2 Elementos básicos da representação gráfica	30
1.3 Classificação da representação gráfica –Engelhardt	33
1.3.1. Imagem	37
1.4 Imagem tátil como recurso assistivo	39
1.5 Abordagens teóricas sobre representação e percepção gráfica	40
1.6 Elementos constituintes da representação gráfica	42
1.6.1. Variáveis visuais de Bertin (1967)	42
1.6.2. Elementos primitivos da linguagem visual de Horn (1998)	43
1.6.3. Atributos visuais de Engelhardt (2002)	45
1.6.4. Relação texto-imagem Barthes (1964) e Bassy (1974)	52
1.6.5. Modelo de análise de SPPs Spinillo (2000)	53
1.6.6. Abordagem da cartografia tátil de acordo com Loch (2008)	56
1.6.7. Abordagem do cânone egípcio percorrida por Silva (2008)	59
1.7 Panorama da abordagem teórica	62
1.8 Sumarização e perspectivas	64
Capítulo 2 Percepção, cegueira e diretrizes de acessibilidade	65
2.1 Percepção humana	65
2.2 Percepção pictórica	66

2.3	Percepção háptica	67
2.4	Dificuldades, problemas e recursos assistivos	68
2.5	Tradução háptica	70
2.5.1.	Exemplos de interface háptica	70
2.5.2.	Exemplos de saída para a impressão	71
2.6	Normas e diretrizes – Acessibilidade de imagens	74
2.7	Sumarização e perspectivas	75
Capítulo 3 Quadro analítico proposto para a sintaxe gráfica de imagens táteis		77
3.1	Revisão de literatura	77
3.2	Quadro analítico inicial	78
3.3	Revisão do quadro analítico	81
3.3.1.	Nível 1 – Imagem	84
3.3.2.	Nível 2 – Relação texto-imagem	86
3.4	Posicionamento diante às teorias apresentadas	86
Capítulo 4 Métodos da pesquisa.....		89
4.1	Caracterização da pesquisa.....	89
4.2	Procedimentos metodológicos	89
4.3	Etapas 1: Estudo analítico	90
4.3.1.	Amostra	90
4.3.2.	Quadro analítico	92
4.4	Análise dos resultados	93
4.5	Etapas 2: Estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto	93
4.5.1.	Participantes	94
4.5.2.	Equipamentos e materiais	94
4.6	<i>Card sorting</i>	94
4.7	Estudo analítico por júri	96
4.8	Entrevista	97
4.9	Análise dos resultados	98
Capítulo 5 Resultados do estudo analítico		99
5.1	Elementos simbólicos, configurantes e enfáticos	99
5.2	Texto como complemento ou ancoragem	103

5.3	Algumas conclusões	105
5.4	Posicionamento diante aos resultados apresentados	107
5.5	Sumarização e perspectivas	108
Capítulo 6 Resultados do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto		109
6.1	Perfil dos participantes	109
6.2	<i>Card sorting</i>	111
6.2.1.	Síntese	115
6.2.2.	Variáveis inseridas pelos participantes	117
6.3	Estudo analítico por júri	119
6.3.1.	Síntese	123
6.3.2.	Variáveis inseridas pelos participantes	126
6.4	Entrevista semiestruturada	126
6.5	Algumas conclusões	131
6.6	Posicionamento diante aos resultados apresentados	131
6.7	Sumarização e desdobramentos	134
Capítulo 7 Discussão geral		135
7.1	Variáveis de análise propostas x <i>card sorting</i>	135
7.2	Estudo analítico x estudo analítico por júri	139
7.3	Variáveis de análise propostas x entrevista	143
7.4	Síntese	145
7.5	Conclusão geral	147
7.6	Sumarização/ desdobramentos	148
Capítulo 8 Conclusão e considerações finais		149
8.1	Principais conclusões	149
8.2	Respostas às perguntas de pesquisa e objetivos alcançados	150
8.3	Considerações metodológicas e contribuições da pesquisa	152
8.4	Limitações do estudo	153
8.5	Desdobramentos para pesquisas futuras	154
8.6	Considerações finais	154
Referências		156
Bibliografia		165

Apêndice A Diagrama sobre recomendações de acessibilidade	166
Apêndice B Diretrizes de acessibilidade para imagens	167
<i>IMS (Instructional Management Systems)</i>	167
<i>W3C–WCAG 2.0 (Web Content Accessibility Guidelines)</i>	167
<i>WAI (Web Accessibility Initiative)</i>	168
MACEDO, 2010.....	168
<i>UKAAF (UK Association for Accessible Formats)</i>	169
<i>NCAM (National Center for Accessible Media)</i>	169
<i>NDA (National Disability Authority)</i>	170
Apêndice C Etapa 1 – Quadro analítico inicial de imagens táteis.....	171
Apêndice D Etapa 1 – Quadro analítico proposto de imagens táteis	172
Apêndice E Etapa 1 – Amostra de 42 imagens táteis – TGIL	173
Apêndice F Etapa 1 – Estudo analítico – Análise de 42 imagens táteis provenientes do <i>TGIL</i>	175
Apêndice G Etapa 1 – Estudo analítico – tabulação dos resultados.....	185
Apêndice H Etapa 2 – Registros fotográficos <i>card sorting</i>	186
Apêndice I Etapa 2 – Reorganização do <i>card sorting</i>	196
Apêndice J Etapa 2 – Resultados do <i>card sorting</i>	206
Apêndice K Etapa 2 – Amostra de 3 imagens táteis – TGIL	207
Apêndice L Resultados estudo analítico por júri dividido por amostras	210
Apêndice M Protocolo de entrevista semiestruturada	214
Apêndice N Protocolos de entrevista semiestruturada dos participantes	215
Apêndice O Termo de consentimento livre esclarecido	225
Apêndice P Quadro analítico de imagens táteis.....	227

Introdução

O aprendizado é intermediado por recursos pedagógicos denominados objetos de aprendizagem que, por sua vez, são recursos flexíveis e adaptativos para a difusão de conhecimento. De acordo com Johnson (2003) e IEEE LTSC (2010) um objeto de aprendizagem é qualquer material digital ou não que pode ser usado, combinado, referenciado e reutilizados com o objetivo de aprendizagem claro e mensurável, suportado pela tecnologia. Eles podem, segundo Macedo (2010), ser disponibilizados em ambientes de aprendizagem ou repositórios, com uma função diferente dos conteúdos disponibilizados na *Internet*, ou seja, visando a aprendizagem.

Para que esse objetivo seja cumprido, em relação a pessoas cegas, é necessário que a linguagem utilizada esteja disponível de maneira adaptada através de recursos assistivos. Independentemente se a linguagem é verbal ou gráfica, ela é importante para a pessoa deficiente visual, pois proporciona acesso à cultura, ao contexto e na relação social. (ULBRICHT, V. R. et al., 2011).

De acordo com o Amiralian (1997) a cegueira diz respeito à perda ou redução definitiva da capacidade visual em ambos os olhos, que mesmo após intervenções cirúrgicas, e tratamentos, não pode ser corrigida. Segundo Crespo (1980 *apud* Martín & Ramirez, 2003 p. 40) “um olho é cego quando sua acuidade visual com correção é 1/10 (0,1), ou cujo campo visual se encontre reduzido a 20°”.

No campo educacional, existem duas classificações de cegueira: a congênita e a adquirida. Estudos indicam que a faixa etária de 5 anos é o parâmetro para indicar se a cegueira é congênita ou adquirida, ou seja, se a criança não nasce cega, mas até os cinco anos é portadora da deficiência, é considerada cega congênita. E aquelas que adquirem a cegueira após os cinco anos, são consideradas cegas adquiridas. (AMIRALIAN, 1997)

A tecnologia vem mostrando suportes diferentes para o acesso interativo à informação, como por exemplo, a realidade aumentada em um sistema de percepção 3D para deficientes visuais (WATAYA, VALENTE, KIRNER & KIRNER, 2010). Pesquisas mostram que é possível utilizar esse suporte para auxiliar o aprendizado de pessoas com habilidades cognitivas, como aquelas que possuem deficiência visual. Segundo os estudos de Silva, Luckman e Wilbert (2011), o que falta não é tecnologia e sim a maneira como as informações são disponibilizadas.

Ulbricht, V. et al. (2011), com base em recomendações de acessibilidade do W3C¹, IMS GLC² afirmam que:

1 Web Content Accessibility Guidelines.

2 Guidelines for Developing Accessible Learning Applications.

Para um aluno completamente cego é praticamente impossível a compreensão de um conceito que seja exibido em uma imagem na tela do computador. Sendo assim a solução proposta é baseada na ideia de que alunos deficientes devem ter o conteúdo multimídia apresentado de forma diferenciada. (ULBRICHT, et al (2011), p.8).

A partir dessa colocação, identifica-se a imagem tátil como um canal de comunicação para a exposição da informação para pessoas cegas. Dessa forma, nesta pesquisa compreende-se a relevância do estudo da sintaxe gráfica em imagens táteis de objetos de aprendizagem, objetivando apresentar a informação tátil de forma otimizada às pessoas cegas. Este capítulo introdutório apresenta uma breve contextualização sobre tecnologia assistiva e imagem tátil, seguido pela delimitação do tema de pesquisa, o objeto de estudo, os objetivos, justificativa, visão geral do método de pesquisa utilizado, finalizando com a estrutura geral deste documento.

Breve contextualização: tecnologia assistiva e imagem tátil

De acordo com o Comitê de Ajudas Técnicas – CAT, a definição de Tecnologia Assistiva (TA) é:

Produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2007, p.3).

A Tecnologia Assistiva (TA) tem o objetivo de contribuir ou ampliar as práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelas pessoas que possuem deficiências, promovendo vida independente e inclusão. Dessa forma, visa melhorar a funcionalidade das pessoas com deficiência. O termo funcionalidade diz respeito além da habilidade em realizar uma tarefa, agregando a deficiência propriamente dita, as limitações de atividades e de participação impostas pela deficiência e o contexto em que essas atividades serão realizadas, ou seja, um modelo de intervenção biopsicossocial, segundo a OMS (2004).

A audiodescrição é um recurso de descrição clara e objetiva utilizada para tornar acessível toda informação compreendida visualmente e que não está contida em diálogos, textos. Ela permite que o indivíduo receba a informação contida em uma imagem ou cena ao mesmo tempo em que esta aparece (FILHO & MOTTA, 2010). Além da audiodescrição, existe a tecnologia háptica que vem sendo bastante explorada no mundo da realidade virtual, celulares, consoles de videogames, simuladores de voo e cirúrgicos. A interação ocorre através da estimulação do tato, estudando a simulação da pressão, textura, vibração e outras sensações biológicas relacionadas com o toque.

Outro recurso assistivo é a imagem tátil, que de acordo com Way e Barner (1997), é um processo de adaptação de um item visual em uma versão em relevo que representa a informação original. A imagem tátil é viável quando a informação representada de forma textual ou através da audiodescrição não é suficiente para a aquisição da informação.

A partir das colocações anteriores, são detalhadas a seguir a delimitação do tema e a abordagem utilizada.

Delimitação do tema e abordagem

À frente do que foi exposto até o momento, o estudo em questão aborda a sintaxe gráfica da imagem tátil como uma alternativa de aquisição de informação presente em objetos de aprendizagem digitais quando estes possuem (áudio) descrição, mas esta não é suficiente para a percepção da informação. A imagem tátil estaria apresentada digitalmente com as características gráficas necessárias para ser impressa em relevo e auxiliar o aluno na obtenção da informação apresentada. Optou-se por utilizar a impressão em relevo, pois no Brasil, ainda é escassa a tecnologia háptica para a Educação, ou seja, ainda é difícil encontrar Institutos de Educação para Cegos que possuam *hardwares* que auxiliem a percepção háptica através de luvas, canetas ou similares que possibilitam a interação tátil de imagens através do computador.

Em relação à abordagem adotada, esta dissertação investiga os aspectos sintáticos (variáveis gráficas) da imagem tátil. A utilização de conceitos linguísticos como sintaxe, semântica e pragmática é comumente utilizada no Design da Informação para fazer referência à linguagem gráfica, conforme será apresentado no *Capítulo 1 – Linguagem e Representação gráfica*. (TWYMAN, 1979 e 1985; ENGELHARDT, 2002).

Problema e delimitação do estudo

A acessibilidade de imagens em objetos de aprendizagem muitas vezes é atingida por intermédio da utilização de texto alternativo e da audiodescrição. Apesar destes recursos serem empregados para oferecer suporte ao entendimento das imagens táteis, eles não possibilitam a criação de imagens acessíveis em si. Para que uma imagem cumpra seu papel comunicativo, faz-se necessário que seus componentes (e.g. linhas, texturas) sejam planejados para este fim. Portanto, os componentes das imagens táteis devem ser considerados para representar devidamente o que se propõem. Todavia, parece existir lacuna na literatura de estudos relacionados à sintaxe gráfica de imagens táteis, em que apresentam os componentes gráficos das imagens em relevo. Considerando isto, a presente dissertação busca responder a seguinte questão:

Qual a sintaxe gráfica de imagens táteis?

Para responder esta questão e delimitar o escopo do estudo, a dissertação teve como objeto de estudo imagens figurativas estáticas e táteis sobre anatomia humana. O tema foi delimitado a partir de uma entrevista de sondagem realizada no Instituto Paranaense de Cegos – IPC sobre o tipo de material tátil com maior carência de adaptação. De acordo com educadores, materiais de Biologia³ apresentam maior necessidade de adaptação tátil. A partir dessa definição, o repositório de imagens táteis *TGIL – Tactile Graphic Image Library – American Printing House for the Blind* (APH, 2013) foi escolhido por se tratar de um repositório de imagens que pode servir como base para a preparação de objetos de aprendizagem acessíveis. A amostra baseia-se então, de ilustrações científicas sobre anatomia humana, não sendo voltadas para o ensino infantil.

O Portal do Professor – MEC (BRASIL, 2013) também contém imagens para auxiliar na criação de objetos de aprendizagem, porém estas são apenas visuais, não apresentando texto alternativo (em braille ou áudio). Por este motivo não foram selecionadas para compor a análise.

Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é propor um quadro analítico para imagens táteis a partir da literatura sobre linguagem gráfica; (*Capítulos 1, 2 e 3*)

Para atender ao objetivo geral, foram enunciados os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar a sintaxe gráfica de imagens táteis presentes no repositório *TGIL* (APH, 2013);
2. Identificar tendências da representação tátil através de análise gráfica de uma amostra de imagens táteis utilizadas em objetos de aprendizagem; (*Capítulo 5*)
3. Validar com desenvolvedores e educadores a aplicabilidade do quadro analítico proposto sobre as variáveis gráficas da imagem tátil; (*Capítulo 6*)

Justificativa

Este estudo se justifica por 3 razões fundamentais: Aspectos sociais, uma vez que a acessibilidade é um direito; mercadológicos, devido ao crescimento do

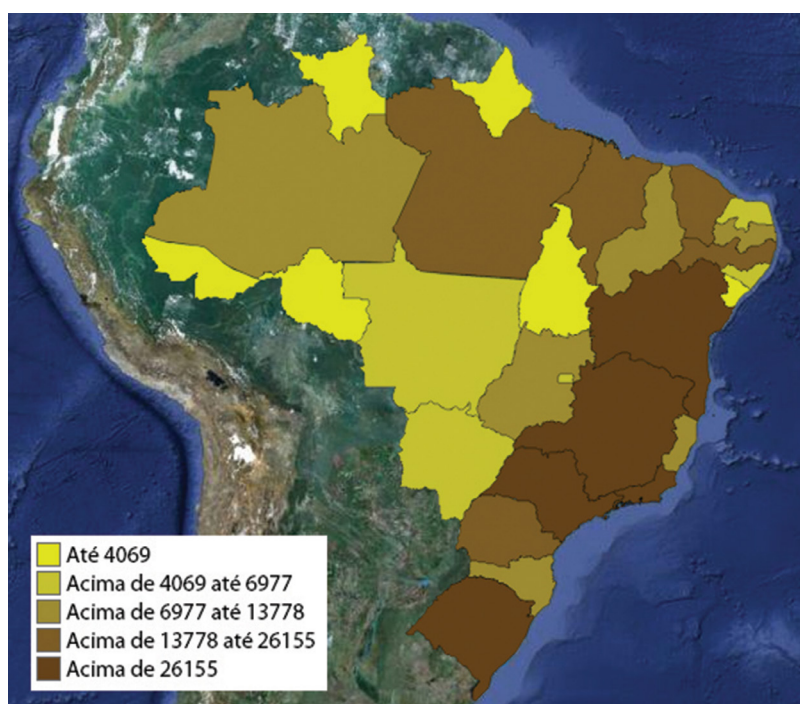
³ A entrevista realizada apontou a necessidade de um “Dicionário de imagens táteis” para o ensino de Biologia.

mercado de ensino; e por fim, sob o ponto de vista do Design da Informação, visto que pesquisas na área são escassas. Essas razões são detalhadas a seguir.

Acessibilidade e mercado de ensino

De acordo com os dados do IBGE (2010), havia no Brasil em 2010 45.606.048 pessoas com pelo menos uma das deficiências investigadas (visual, auditiva, motora e mental), representando 23,9% da população brasileira (*Figura 0.1*). Dentre estes resultados, a deficiência visual é a limitação cognitiva que atinge um maior número de brasileiros.

Figura 0.1 População cega residente no Brasil



Fonte: IBGE, 2010.

A deficiência visual foi a que mais incidiu sobre a população, onde 35.774.392 pessoas declararam ter dificuldade para enxergar, mesmo com o uso de óculos ou lentes de contato, o que equivale a 18,8% da população brasileira. Desse total, 6.562.910 pessoas apresentaram deficiência visual severa, sendo que 506.337 eram cegas (0,3% da população) e 6.056.533 tinham grande dificuldade para enxergar (CENSO 2010).

Dentro desse número de pessoas com algum nível de deficiência visual, 63,7% dos homens e 43,9% das mulheres têm vida economicamente ativa.

No estado do Paraná, o número de pessoas com deficiência visual é de 1.728.671 e equivale a 16,6% da população do Estado. Dentro desse

número, 1,5% são cegos, ou seja, 26.155 pessoas (*Quadro 0.1*). A maior quantidade de pessoas com deficiências visuais é de baixa renda (CENSO 2010).

Quadro 0.1 Dados referentes a pessoas com deficiência visual no Estado do Paraná

	Deficiência visual			Total	%*
	Cegos	Grande dificuldade	Alguma dificuldade		
Paraná	26.155	295.464	1.407.052	1.728.671	16,6

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

A deficiência visual é identificada a partir da medida da acuidade visual, e associação desta com variáveis como fatores psicológicos, genéticos e anomalias no campo visual, é possível categorizar, de acordo com Herren e Guillemet (1982) *apud* Martín e Ramirez (2003) quatro tipos de deficientes visuais, conforme o *Quadro 0.2*.

Quadro 0.2 Categorização da acuidade visual

Categorização	Acuidade visual	% de visão
Cego total	sem percepção luminosa	0
Cego parcial	1/50 (0,02)	menor que 2
Amblíope* profundo	menor que 0,3	menor que 3
Amblíope propriamente dito	menor 0,12	menor que 12
Visão normal	entre 0,8- 1	entre 80 e 100

*Pessoa com visão bilateral medíocre. Termo oftalmologicamente incorreto, porém muito difundido.

Fonte: Adaptado de Martín e Ramirez (2003).

De acordo com Westheimer (1979), o tipo de deficiência pode ser estabelecido a partir da identificação do menor ângulo (limiar) que permite a distinção de dois pontos. O cego total, é considerado o indivíduo que possui ausência total da visão ou percepção luminosa, apresentando limiar igual a 0. O cego parcial, é o indivíduo que detem um resíduo visual, seja percepção de luz ou massas, que de certa forma facilita seu deslocamento e sua percepção do mundo exterior; o amblíope profundo, que apresenta um resíduo visual que o possibilita perceber cores e definir volumes, sendo capaz de ler grandes tipos em uma distância pequena; o amblíope propriamente dito, que possui uma visão de perto que possibilita a alfabetização à tinta com materiais didáticos particulares; e por fim o indivíduo que detem o limiar entre 0,8 e 1, apresentando visão normal.

Conforme a Constituição Brasileira e a Lei de Acessibilidade, o acesso das pessoas com deficiência às classes comuns da rede regular de ensino devem respeitar o seguinte artigo do decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004:

Os estabelecimentos de ensino de qualquer nível, etapa ou modalidade, públicos ou privados, proporcionarão condições de acesso e utilização de todos os seus ambientes ou compartimentos para pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, inclusive salas de aula, bibliotecas, auditórios, ginásios e instalações desportivas, laboratórios, áreas de lazer e sanitários. (BRASIL, 2004, Art.24).

O número de matrículas de alunos com deficiência aumentou 103% entre os anos de 2001 e 2012. Considerando apenas as matrículas de alunos com algum tipo de deficiência em classes comuns de ensino regular, o número aumentou de 81 mil em 2001 para 621 mil em 2012. A inclusão no ensino regular reduziu a participação de alunos com deficiência em classes especiais e escolas exclusivas, de 79,9% em 2001 para 24,3% em 2012. (BRASIL, 2013)

Este fato justifica a necessidade de materiais didáticos (impressos e digitais) estarem de acordo com os princípios de acessibilidade, tendo como referência a sintaxe gráfica de imagens táteis, que pode auxiliar o desenvolvedor de objetos de aprendizagem no processo de criação/adaptação de imagens em relevo, tendo como objetivo facilitar a aquisição da informação para pessoas com deficiência visual.

Relevância para o design em sistemas de informação

O presente estudo mostra-se relevante para o Design em Sistemas de Informação por ser um assunto pouco abordado, porém em ascensão em dissertações e teses de design. Foi realizada uma revisão Bibliográfica Sistemática para verificar a relevância assunto em estudos dos últimos cinco anos, de acordo com metodologia adaptada da Colaboração Cochrane (CASTRO, 2010; COCHRANE, 2010; GUIDUGLI, 2000; HIGGINS e GREEN, 2011) e Levy e Ellis (2006), visando contribuir com a elaboração da dissertação de mestrado em andamento. A busca resultou em 18 documentos relevantes, sendo que apenas 2 deles possuem classificação A1 de acordo com o *Qualis*⁴ da CAPES. Este fator comprova a escassez de estudos relevantes sobre o tema na área do design.

Essas publicações abordam a questão das tecnologias disponíveis no mercado para acesso às informações textuais digitais, *softwares* e *hardwares*; outros abordam o uso da tecnologia assistiva, como leitores de tela, sintetizadores de voz e audiodescrição. É reduzido o número de publicações que abordam a imagem háptica como complemento da audiodescrição. Esta é apresentada em algumas publicações, com foco específico em mapas táteis, em que a imagem háptica pode facilitar a compreensão; outros assinalam o uso dessa imagem para o ensino de geometria. Devido à escassez de documentos com foco na área de imagem háptica como complemento da audiodescrição, o projeto de pesquisa tem caráter exploratório, com a finalidade de proporcionar uma visão ampla do

4 Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. A1, o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5; C – com peso zero.

objeto de estudo, esclarecendo e desenvolvendo conceitos e ideias (GIL, 1995 p. 44), visto que, segundo os resultados obtidos na revisão bibliográfica sistemática, estudos de design ainda exploram pouco sobre a pergunta de pesquisa que norteia esta dissertação de mestrado.

Desta forma, a partir dos dados apresentados, este projeto de pesquisa visa propor um quadro analítico de imagens táteis para suportar o desenvolvimento de imagens em objetos de aprendizagem para pessoas com deficiência visual.

Panorama geral dos métodos de pesquisa

A pesquisa é de natureza teórico-analítica. Para cada etapa foram estabelecidas técnicas de coleta de dados visando atender aos objetivos propostos. A seguir são apresentadas brevemente as etapas de pesquisa e as técnicas utilizadas, detalhadas no *Capítulo 4 – Métodos de Pesquisa*.

Etapla inicial: Fundamentação teórica | Revisão bibliográfica sobre linguagem e representação gráfica, com foco na sintaxe gráfica de imagens táteis; panorama sobre percepção, deficiência visual, diretrizes de acessibilidade de imagens, visando identificar o “estado da arte” sobre o tema para servir de embasamento teórico para as etapas seguintes;

Etapla 1: Estudo analítico | Análise gráfica de 42 imagens táteis do *TGIL* (APH, 2013) com o objetivo de identificar a sintaxe gráfica das imagens a partir da literatura encontrada;

Etapla 2: Estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto | Misto de técnicas de coleta de dados: *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevistas semiestruturadas realizadas com dois grupos de especialistas – **Grupo 1**, composto por 5 desenvolvedores de objetos de aprendizagem/ilustração; e **Grupo 2**, composto 5 educadores especialistas no ensino às pessoas cegas; com o objetivo de validar as variáveis gráficas encontradas na *Etapla 1: Estudo Analítico*. Após os procedimentos, os resultados das *Etaplas 1 e 2* foram comparados e discutidos.

A seguir é apresentada a fundamentação teórica sobre aspectos da linguagem e representação gráfica, evidenciando autores das áreas da linguagem gráfica e cartografia tátil. Na sequência é abordado um panorama sobre a cegueira, percepção gráfica e diretrizes de acessibilidade para a apresentação de imagens táteis.

Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida em três momentos de pesquisa, distribuídas entre oito capítulos. O *Capítulo 1* aborda o tema representação gráfica, sinalizando os elementos básicos da comunicação visual, segundo as

variáveis gráficas propostas por Bertin (1986) associadas às definições de Dondis (2007) e aos elementos morfológicos. A classificação de representações gráficas (HORN, 1998) é associada às relações entre texto e imagem discutidas por Barthes (1964) e Bassy (1974). Referenciando o modelo de análise de SPPs proposto por Spinillo (2000), conceitos de variáveis gráficas e elementos de ligação são apresentados (Engelhardt, 2002). Para finalizar, abordam-se estudos sobre a imagem tátil como recurso assistivo (WAY e BARNER, 1997); apresentando a abordagem da cartografia tátil (LOCH, 2008) e do cânone egípcio (SILVA, 2008).

Em seguida, o *Capítulo 2* inicia com um panorama sobre o processo perceptivo, com colocações de Way e Barner (1997), Sweller (1988), Jacobson (1999) e Shimomura e Thora (2010); percepção pictórica de acordo com Arnheim (1969), háptica segundo Ballesteros (1993). Apresenta ainda um cenário sobre a tecnologia assistiva utilizada pelas pessoas cegas, demonstrando o funcionamento de leitores de tela; as técnicas de texto alternativo, audiodescrição em enfoque na tecnologia háptica – da tradução à saída para impressão. Por fim, apresenta as diretrizes e normas existentes com foco na acessibilidade de imagens digitais e também táteis de acordo com consórcios internacionais (NDA, 1999; IMS, 2002; WAI, 2002; W3C – WCAG, 2008; NCAM, 2009; UKAAF, 2012), Macedo (2010), Silva (2008) associadas às recomendações da área cartográfica tátil (LOCH, 2008).

O *Capítulo 3* retrata a proposta de um quadro analítico para imagens táteis partindo de uma análise comparativa de imagens estáticas disponibilizados pelo Portal do Professor - MEC (BRASIL, 2013), e três imagens táteis correspondentes retiradas do repositório de imagens táteis TGIL - *Tactile Graphic Image Library* (APH, 2013), (ADAM e MACEDO, 2013).

No *Capítulo 4* foram detalhados os métodos de pesquisa adotados nas coletas de dados, de acordo com a caracterização do problema e abordagem filosófica; apresentando a estratégia de desenvolvimento da pesquisa, o modo de coleta e análise dos dados resultantes das duas etapas do projeto.

Em seguida, no *Capítulo 5* são apresentados e discutidos os resultados do **estudo analítico** (*Etapa 1*) e no *Capítulo 6* os resultados do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto (*Etapa 2*) composta pelas técnicas de *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevista semiestruturada.

O *Capítulo 7* apresenta uma comparação de resultados dos estudos tratados nos *Capítulos 5* e *6*. Por fim, o *Capítulo 8* encerra esta dissertação, apresentando uma revisão dos resultados obtidos e apontando desdobramentos para pesquisas futuras.

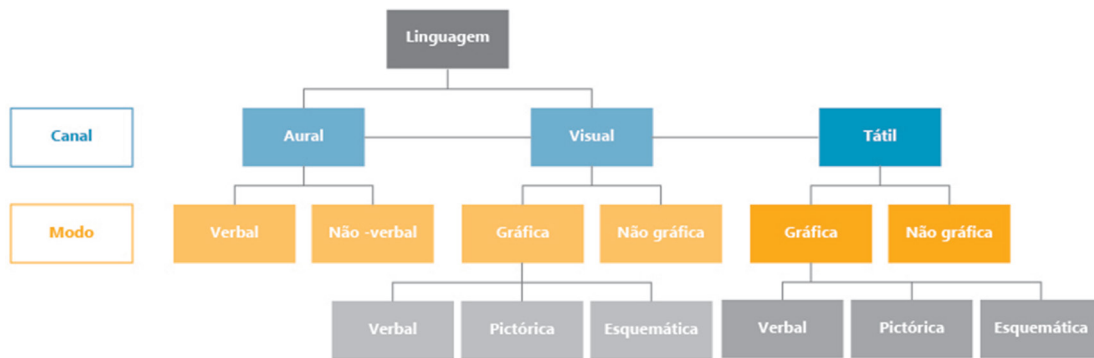
Capítulo 1 | Linguagem e Representação gráfica

O presente capítulo exhibe uma breve contextualização sobre a estrutura da linguagem, tratando mais profundamente sobre a representação gráfica, trazendo autores que abordam fenômenos semelhantes através de nomenclaturas distintas: Twyman (1979) através da linguagem gráfica, diferenciando-a em verbal, pictórica e esquemática; Horn (1998) através da linguagem visual, distinguindo-a em texto e imagem; e a linguagem gráfica de Engelhardt (2002) baseado em estudos de Horn (1998) e Bertin (1986), que classifica representações gráficas como objetos gráficos compostos por atributos visuais. Também é exposta a relação texto-imagem de acordo com Barthes (1964) e Bassy (1974) e o modelo de análise de SSPs proposto por Spinillo (2000), que exhibe uma configuração de variáveis gráficas que podem ser relacionadas às representações táteis. Para finalizar, são apresentadas abordagens da cartografia (LOCH, 2008) e modelo do cânone egípcio percorrido por Silva (2010). O capítulo encerra com a abordagem teórica selecionada para dissertar sobre esses fenômenos.

1.1 Linguagem gráfica

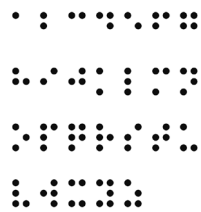
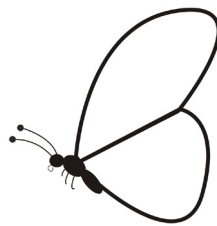
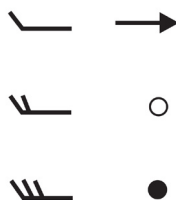
A linguagem gráfica é um modo de comunicação em que a informação verbal, pictórica ou esquemática pode ser percebida através de “canais de comunicação” – aural, visual e, em meios não tão comuns, o tátil, específico para pessoas deficientes visuais. (TWYMAN, 1985).

Com base nessa definição, Twyman (1985) enunciou uma estrutura da linguagem gráfica (excluindo o meio tátil) em que a linguagem pode ser ramificada em três aspectos: a *linguagem verbal*, que é a representação gráfica da linguagem falada; a *linguagem esquemática*, que é formada por formas gráficas que não incluem palavras, números ou imagens pictóricas; e, por fim, a *linguagem pictórica*, que comporta as imagens produzidas artificialmente. Este modelo foi revisto por Spinillo (2001) com o intuito de inserir o canal tátil como meio de aquisição da informação, conforme *Figura 1.1*.

Figura 1.1 Representação da estrutura de linguagem gráfica

Fonte: A autora, baseada em Twyman (1985) e Spinillo (2001).

Para exemplificar, a variável tátil *gráfica verbal* pode ser representada pelo texto em braile (*Figura 1.2*); a *pictórica* como, por exemplo, uma ilustração em relevo de uma borboleta (*Figura 1.3*) e *esquemática*, elucidada por marcas gráficas, como pontos, linhas e setas (*Figura 1.4*). Já a variável tátil *não gráfica* pode ser ilustrada por gestos e expressões faciais.

Figura 1.2 Letras do alfabeto em braile**Figura 1.3** Ilustração em relevo de uma borboleta**Figura 1.4** Marcas gráficas em relevo

Conforme esta estrutura é possível entender que a linguagem verbal tende a auxiliar a pessoa deficiente visual nos aspectos que a linguagem visual não permite, e a linguagem pictórica (tátil) é uma forma de comunicação que tende a complementar a linguagem verbal, suprimindo a carência da informação visual.

1.2 Elementos básicos da representação gráfica

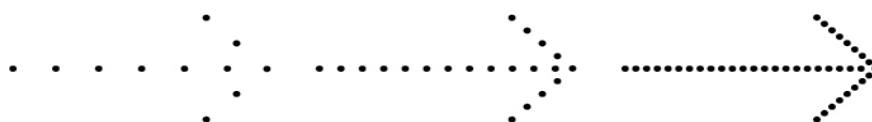
A partir da contextualização sobre linguagem gráfica é possível prosseguir com o estudo da representação, com foco na representação gráfica tátil. Para isso será discorrido sobre os elementos constituintes do gesto gráfico (representação gráfica).

O gesto gráfico pode ser definido como elemento básico de comunicação, um símbolo capaz de expressar com poucos traços uma situação interior, que nem a linguagem (oral) nem outros meios de comunicação permitem exteriorizar de modo tão espontâneo e vital. (TRINCA, 1987 apud AMIRALIAN, 1997 p.82)

Representações gráficas são compostas por elementos gráficos básicos como ponto, linha, formas, escala, direção, movimento, textura, tom e cor. O tom e a cor nesta pesquisa não serão enfatizados, pois, de acordo com Gibson (1962), para a percepção tátil, a textura é mais importante que a variação cromática. Logo, esses elementos são essenciais para a criação de qualquer representação gráfica visual ou tátil.

O **ponto** é a unidade mínima e mais simples da comunicação visual (DONDIS, 2007). É considerado o início de qualquer representação gráfica. Quando os pontos estão dispostos em sequência e igualmente espaçados, tendem a dirigir o olhar e formar um elemento único. Conforme o princípio de fechamento da Gestalt (LIDWELL; HOLDEN; BUTLER, 2010), quanto maior for a proximidade dos pontos, mais fácil é de reconhecer a imagem formada (*Figura 1.5*) (DONDIS, 2007).

Figura 1.5 Sequência de pontos



Fonte: Dondis (2007) p. 55

A **linha** (*Figura 1.6*) é um elemento gráfico formado pela disposição de pontos sequenciais com uma separação mínima, sendo considerada um “ponto em movimento” (DONDIS, 2007 p.55).

Figura 1.6 Linha: ponto em movimento



Fonte: Dondis (2007) p. 55

De acordo com Arnheim (1992) a linha se apresenta de três maneiras diferentes: como linha objeto, em que a linha é feita através de ferramentas espessas, como o ferro, por exemplo, tendendo a formar objetos independentes (*Figura 1.7*); linha hachurada, que é um grupo composto de linhas paralelas muito próximas, formando um padrão visual harmônico, (*Figura 1.8*); e linha de contorno, que é a linha que envolve uma área de um objeto visual (ARNHEIM, 1992).

Figura 1.7 Paul Klee. A Escrita. Cortesia de Curt Valentin



Fonte: Arnheim (1992, p.210)

Figura 1.8 Xilogravura de Dürer

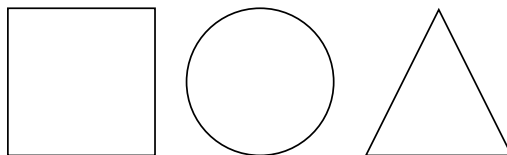


Fonte: Arnheim (1992, p.150)

“A forma é a configuração visível do conteúdo”, mencionou o pintor Ben Shahn. À vista disso, a percepção da configuração, de modo consciente ou não, tende a representar algo e se tornar a forma de algum conteúdo (ARNHEIM, 1992 p. 89). Deste modo, a **forma** é composta pelo fechamento de uma linha em movimento. As três formas básicas existentes são o quadrado, o círculo e o triângulo equilátero (*Figura 1.9*). Essas formas são

planas e simples, podendo ser construídas através da linguagem verbal, visual ou tátil⁵. (DONDIS, 2007)

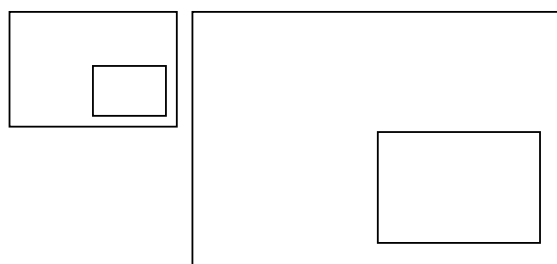
Figura 1.9 Formas básicas



Fonte: Dondis (2007 p.57)

A **escala** (*Figura 1.10*) é responsável por definir se um elemento gráfico é grande ou pequeno em relação a um referente. De acordo com Silva (2008) é um elemento importante para o reconhecimento tátil.

Figura 1.10 Exemplificação de escala



Fonte: Dondis (2007 p.73)

Dondis (2007) afirma que as formas apresentam três **direções visuais** principais: a diagonal, horizontal e vertical (*Figura 1.11*). Cada uma possui um significado na comunicação visual, a diagonal possui característica instável, a horizontal e vertical tendem a significar estabilidade. As linhas curvas podem representar a abrangência e repetição. A direção, segundo Silva (2008) é importante para orientar o leitor no momento da exploração tátil.

Figura 1.11 Direções visuais

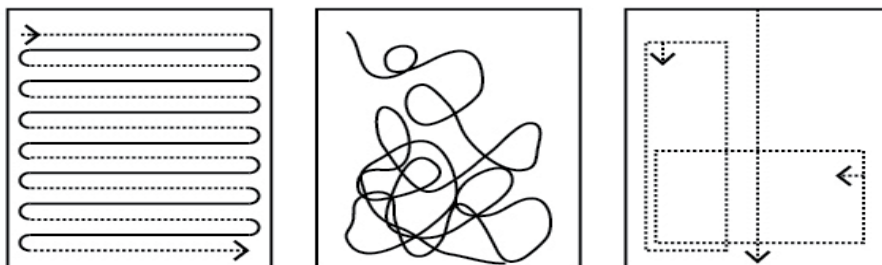


Fonte: Dondis (2007 p. 59)

5 Este termo foi inserido a partir de constatações da leitura de LIMA, 2011.

Segundo Dondis (2007) o **movimento** é um elemento implícito na representação gráfica. A partir da repetição e sequenciamento de elementos gráficos como ponto e linhas, por exemplo, os olhos ou as mãos tendem a percorrer a sequência e perceber o movimento subentendido (*Figura 1.12*).

Figura 1.12 Exemplificação de movimento



Fonte: Dondis (2007 p. 81)

A **textura** é uma característica gráfica tátil e/ou visual. Para fins dessa pesquisa, o termo textura irá se referir às variáveis gráficas táteis de preenchimento utilizadas nas representações gráficas.

1.3 Classificação da representação gráfica – Engelhardt

Representações visuais são, em conformidade com Engelhardt, 2002 p.17 “artefatos visíveis em uma superfície mais ou menos plana, que foi criada para transmitir uma informação”. Conforme essa definição, o autor classifica as representações visuais em dois grupos:

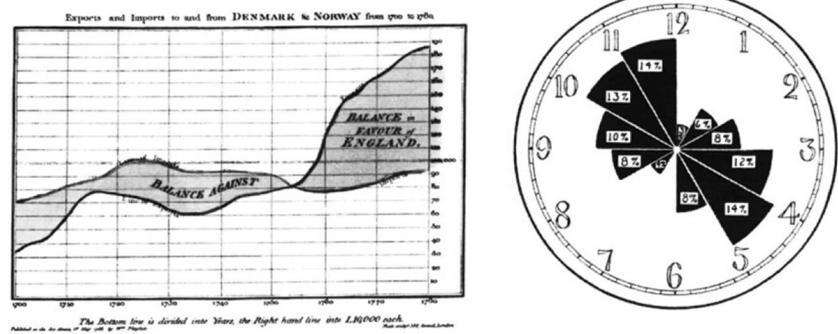
- **10 tipos primários:** mapa, ilustração, gráfico estatístico, gráfico de tempo, diagrama de ligação, diagrama de agrupamento, tabela, composição de símbolos, texto escrito.
- **6 tipos híbridos:** mapa estatístico, mapa de rota, mapa estatístico de rota, gráfico estatístico de tempo, diagrama de ligação estatístico e diagrama de ligação cronológico.

Esses grupos de representações gráficas são derivados de sete principais tipos de representações definidos por Lohse et al., 1990: **tabelas, gráficos, mapas, diagramas, ícones e gráficos de rede e imagens**.

Tabelas e gráficos são muito utilizados para representar um mesmo tipo de informação. Os **gráficos** normalmente são utilizados para representar dados estatísticos e de negócios (*Figura 1.13*). A informação é transmitida através de elementos visuais como a cor, forma, tamanho, área e orientação. Existem também os gráficos de rede, que apresentam as inter-relações dos componentes informacionais. A informação é apresentada através de linhas,

setas ou caixas e esses símbolos podem indicar a presença ou ausência de alguma informação (LOHSE et al., 1990).

Figura 1.13 Exemplos de gráficos



Fonte: Engelhardt (2002, p.141)

Já as **tabelas** podem representar qualquer informação não textual que esteja configurada em matrizes ou listas (Figura 1.14). Elas podem conter alguns elementos visuais encontrados em gráficos, porém a orientação básica de uma tabela é realizada através de linhas e colunas. (LOHSE et al., 1990)

Figura 1.14 Exemplos de tabelas

Train No.	3701	3301	3801	A	3	3	A3	3	3	A3	3	A3	3	A3	3	A3	3
New York, N.Y.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.	A.M.
Newark, N.J. P.	12 10	12 40	1 30	3 52	4 50	6 10	6 25	6 35	6 50	7 10	7 30	7 33	7 45	7 50			
North Elizabeth	12 24	12 55	1 44	4 07	5 04	6 24	6 38	6 49	7 04	7 24	7 45	7 47	7 59	8 04			
Elizabeth	12 31	1 03	1 51		5 11	6 31		6 56	7 11	7 32		7 54		8 10			
Linden	12 36		1 56		5 16	6 36		7 01	7 15	7 37		7 59		8 18			
North Rahway	12 40	1 11	2 00		5 20	6 40		7 03	7 39			8 03		8 20			
Rahway	12 44			2 04	4 26	5 24		7 10	7 25			8 04		8 15			
Metro Park (Iselin)	12 48		2 08		5 28			7 14	7 29			8 11					
Meriden																	
Edison	12 51		2 11		5 35			7 17	7 32			8 14					
New Brunswick	12 55		2 15					7 21	7 35			8 18		8 25			
Jersey Avenue	1 02		2 18					7 28				8 21					
Princeton Jct S				2 31	5 50		7 19		7 50			8 34		8 41			
Tronton, N.J.				2 42	4 58	6 03		7 28		8 01		8 31		8 44		8 52	

Fonte: Engelhardt (2002, p.141)

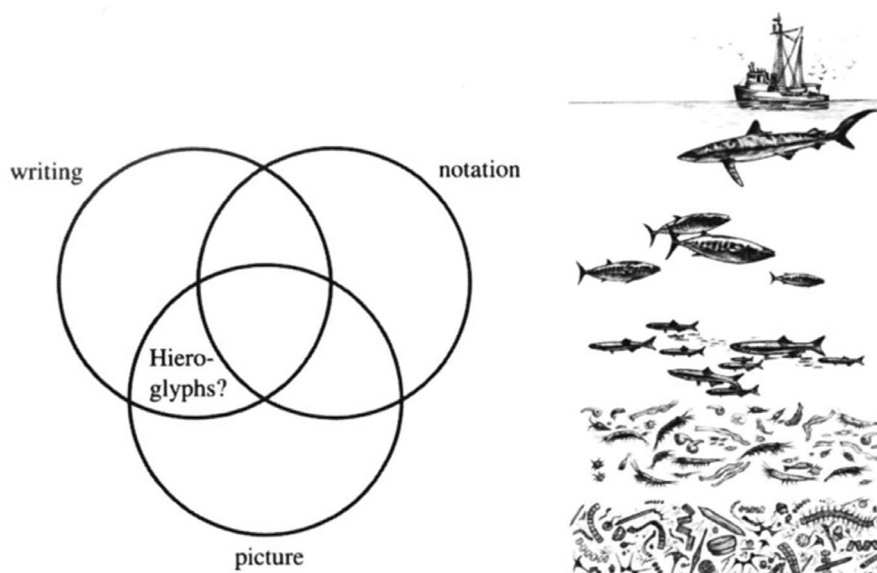
Mapas e diagramas expressam uma informação espacial. Os mapas representam uma localização geográfica com vários níveis de abstração sobre a posição real dos objetos (Figura 1.15). Enquanto os diagramas descrevem a inter-relação dos objetos e processos (Figura 1.16). Diagramas estruturais são representações estáticas da realidade e os diagramas de processos tendem a representar as relações dinâmicas entre os componentes do diagrama (LOHSE et al., 1990).

Figura 1.15 Exemplo de mapa



Fonte: Engelhardt (2002, p.113)

Figura 1.16 Exemplos de diagramas



Fonte: Engelhardt (2002, p.141 e 144)

Os **ícones** transmitem uma interpretação única para uma representação visual (Figura 1.17). Normalmente são utilizados quando o seu significado é conhecido por certa cultura (LOHSE et al., 1990).

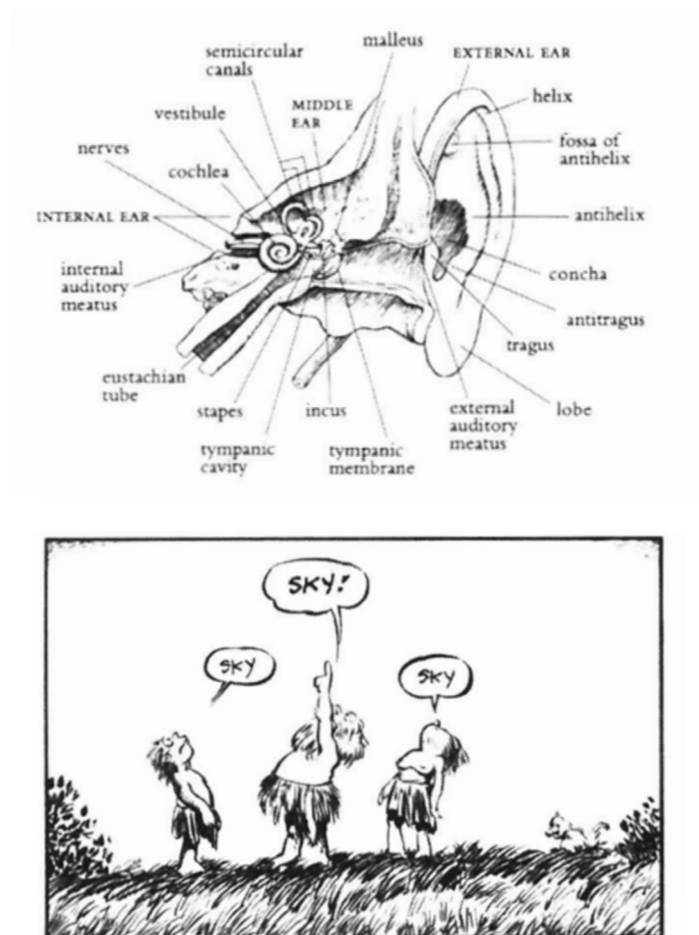
Figura 1.17 Exemplos de ícones



Fonte: Engelhardt (2002, p.118)

Por fim, as **imagens** são um tipo de representação visual em que a estrutura sintática é baseada em um espaço métrico integrante que serve para representar a estrutura física de objetos físicos (*Figura 1.18*). As imagens podem conter rótulos que são livres em modo de expressão. (ENGELHARDT, 2002)

Figura 1.18 Exemplos de imagem



Fonte: Engelhardt (2002, p.139)

A partir dessa breve contextualização, é possível chegar à unidade mínima do estudo proposto: a imagem tátil, que é abordada na sequência.

1.3.1. Imagem

As imagens estão presentes na vida do ser humano desde os primórdios de sua existência. São consideradas meios de expressão da cultura humana mesmo antes da palavra escrita.

Zunzunegui (2007) aborda a imagem como um canal comunicativo, como linguagem. Dessa forma, de acordo com Joly (2007) a imagem é capaz de comunicar e transmitir mensagens e, ela:

Designa algo que, embora não remetendo sempre para o visível, toma de empréstimo alguns traços ao visual e, em todo o caso, depende da produção de um sujeito: imaginária ou concreta, a imagem passa por alguém, que a produz ou a reconhece. (JOLY, 2007 p.13)

À vista disso, a imagem é uma linguagem que pode ser considerado uma “ponte” entre o emissor e receptor. Ela possui uma mensagem, transmitida através de um canal; um contexto e um código de comunicação, conforme *Figura 1.19* (JAKOBSON, 1960).

Figura 1.19 Modelo de linguagem



Fonte: Adaptado de Jakobson (1960, p.353)

De acordo com Jakobson (1960) este processo de comunicação é dinâmico, e se dá através da interação entre emissor e receptor através de uma mensagem, que é composta por vários elementos. A **mensagem**, no caso desse estudo, está apresentada por meio de uma representação gráfica, uma imagem. Esta imagem possui um **contexto**, que aponta o local onde está inserida, a situação social em que ela ocorre e a experiência do emissor e do receptor em relação ao assunto. O **contato** indica o modo que essa mensagem pode ser transmitida e recebida, seja através do canal visual, auditivo ou tátil. Já o **código** designa a forma de linguagem que esta mensagem respeita, seja o português, inglês, braile, etc.

Cada elemento constituinte do modelo de comunicação possui uma função, seja emotiva, referencial, poética, fática, metalinguística ou conotativa (*Figura 1.20*).

Figura 1.20 Funções dos elementos da comunicação.



Fonte: Adaptado de Jakobson (1960, p.357)

A função **emotiva** (relacionada com o emissor da mensagem) revela as características comportamentais do emissor, suas atitudes no momento de transmissão da mensagem. Enquanto a função **conotativa**, revela a necessidade de chamar a atenção do receptor para a mensagem que está sendo transmitida, sendo também conhecida como função apelativa.

A função **referencial** tem o objetivo de indicar o contexto, com foco no aspecto cognitivo da linguagem. A **poética**, diz respeito a sua transmissão com o objetivo de produzir um efeito estético ao receptor. A função **fática** tem o propósito de manter ou encerrar a comunicação. Por fim, a função **metalinguística** é utilizada para explicar os conceitos da própria linguagem.

A partir dessas colocações, pode-se dizer que a imagem possui função referencial, denotativa, que orienta o receptor para o contexto, realidade; a função poética remete à mensagem, a função fática concede o contato entre o emissor e receptor, e enfim, a função metalinguística faz referência ao código.

A partir dessa definição, é possível tratar a imagem como representação (visual e mental) de objetos materiais ou signos que, representam o ambiente visual (SANTAELLA & NÖRT, 1997). Essas representações do mundo, de acordo com Silva (2008) podem ser percebidas através do sistema sensorial.

O sistema sensorial é composto pelos canais visual, auditivo, tátil e gustativo. Enquanto o sistema simbólico consiste no modo em que se dá a linguagem, seja *verbal* (palavras faladas, escritas); *pictórica* (representações visuais de objetos, sons, memórias olfativas e táteis) ou *esquemática* (marcas gráficas que possuam significado e que não possam ser classificadas como verbais ou pictóricas) (TWYMAN, 1979; PAIVIO, 1990).

De acordo com Kurze (1997) as imagens são representações (não necessariamente visuais) em duas dimensões de um referencial em que pode estar em “n” dimensões. Conforme Santaella e Nört (1997) a imagem pode representar objetos, podendo ser considerada como referente. Podem ser divididas em três tipos fundamentais: imagens não representativas, figurativas e simbólicas.

As imagens não representativas dizem respeito às imagens abstratas; as figurativas são aquelas que representam bidimensionalmente ou tridimensionalmente algum objeto ou situação possível de ser reconhecida no mundo externo; e as simbólicas mesmo sendo figurativas, representam algo abstrato e geral.

A maioria das imagens é criada para ser percebida através no canal visual, excluindo as pessoas que carecem da visão. Quando as imagens são essenciais para a aquisição da informação, as pessoas cegas apresentam dificuldades para absorver o conteúdo informacional. Para ser acessível aos cegos, em suporte impresso, a imagem precisa ser construída e/ou adaptada para ser percebida através do sentido tátil, apresentando apenas uma descrição verbal em braile; ou ser representada graficamente em relevo, com complemento textual em braile (SILVA, 2008).

A partir desta exposição, neste projeto escolheu-se trabalhar com imagens figurativas estáticas, logo estas apresentam referente explícito, ou seja, sugerem e apontam objetos ou situações existentes, no caso, a anatomia humana.

1.4 Imagem tátil como recurso assistivo

Uma imagem tátil é uma imagem em relevo que, segundo Hatwell (1993) *apud* Goncu (2009) pode ser produzida de diversas formas. Esta imagem não é somente uma representação em relevo, é uma imagem graficamente simplificada para que possa ser interpretada através do tato. Ela pode ser produzida de várias formas, sejam em cartões com linhas em relevo, através da impressão em papéis micro encapsulados, *vacuum-forming*, braile, entre outros.

A exploração da imagem tátil pela pessoa cega acontece em dois momentos: primeiro a imagem é explorada como um todo, fornecendo uma visão tátil global. Depois, os detalhes da imagem tátil são explorados, tornando a percepção um processo experiencial (WAY; BARNER, 1997; SILVA, 2008).

Segundo Way e Barner (1997), o tamanho da imagem tátil deve estar mantido dentro de um palmo, aproximadamente, entre 7,6 cm a 12,7 cm. Silva (2008) complementa essa afirmação, reiterando que as representações táteis precisam de um suporte concreto, com dimensões que possam ser exploradas através do tato manual, e que a imagem em si deve estar configurada de maneira que suas unidades menores possam ser percebidas com as pontas dos dedos. Porém, somente adaptar uma imagem em relevo não é garantia da interpretação tátil. A representação em relevo deve ter uma forma simplificada (ERIKSSON, 1994; ADAM, 2011), respeitando fatores essenciais como orientação, escala e proporção para que a interpretação tátil da imagem seja atingida (WAY e BARNER, 1997; SILVA, 2008).

De acordo com Silva (2008), para que possa acontecer o reconhecimento da imagem tátil por pessoas cegas, é necessário um processo de ensino-aprendizagem, de experiência prévia que permita inferir parte da informação. Características como unidade, escala (o corpo humano é a principal unidade de medida) e orientação (ponto de referência para iniciar a leitura pode facilitar a exploração tátil) são indispensáveis para a que a percepção tátil aconteça. Importante mencionar que a percepção tátil da imagem em relevo depende da faixa etária e do nível de desenvolvimento da percepção tátil. A autora complementa que as partes da imagem precisam estar articuladas de modo que apresentem uma descrição de sua estrutura, em alguns casos, faz-se necessário forçar os pontos de vista e suas relações estruturais.

Dessa forma, a imagem tátil deve ser simples e sem sobreposição, para minimizar eventuais dificuldades na percepção tátil; deve apresentar texto em braile, para indicar a que a imagem se refere; os contornos das formas devem ser fechados, pois este é o principal componente gráfico do objeto; a variação de textura pode auxiliar quando for utilizada para potencializar os aspectos estruturais da representação; e a simbologia, que tem o potencial de indicar a informação complementar (através de texto, por exemplo) às imagens. O *Quadro 1.1* sintetiza essas informações.

Quadro 1.1 Síntese de recomendações da literatura sobre a imagem tátil

Recomendações da literatura para a construção de imagens táteis		
<i>Aspectos gráficos</i>		<i>Referência</i>
Tamanho	Entre 7,6 e 12,7 cm (um palmo)	Way e Barner (1997)
	Unidades menores possam ser percebidas com as pontas dos dedos	Silva (2008)
Configuração da forma	Simplificada, sem sobreposição, com contornos fechados e definidos respeitando:	Eriksson (1994); Adam (2011);
	Orientação, escala e proporção, tendo o corpo humano como unidade de medida	Way e Barner (1997); Silva (2008)
Texto em braile	Função semântica de complemento ou ancoragem	Barthes (1964); Bassy (1974),
		Silva (2008); Loch (2008)

1.5 Abordagens teóricas sobre representação e percepção gráfica

Neste item será discorrido sobre as abordagens teóricas sobre representação gráfica, apresentando os atributos visuais que compõem uma representação, as relações semânticas existentes e os elementos de ligação, com base em Bertin (1986), Horn (1998) e Engelhardt (2002). Associado a esses conceitos, será apresentada a abordagem da cartografia tátil (LOCH, 2008) e do cânone egípcio, de acordo com Silva (2008).

A percepção será percorrida com colocações de Way e Barner (1997), Sweller (1988), Jacobson (1999) e Shimomura e Thora (2010). Enquanto a percepção gráfica será exposta de acordo com definições de Arnheim (1969), e a percepção háptica segundo Ballesteros (1993) suprimindo assim, a necessidade de contextualização semântica.

Com o objetivo de uniformizar a nomenclatura utilizada nessa dissertação, buscaram-se na literatura termos diferentes para fenômenos semelhantes. O *Quadro 1.2* mostra uma síntese de nomenclaturas encontradas de acordo com a cronologia.

Quadro 1.2 Comparativo de nomenclatura para os mesmos fenômenos

Autor	Bertin (1967)	Twyman (1979)	Goldsmith (1984)	Van der Waarde (1993)	Mijksenaar (1997)	Horn (1998)	Engelhardt (2001)
Área	Geografia	DI	Design gráfico	DI	DI	Comunicação visual/ cartografia	DI
Conceitos		Linguagem gráfica	–	–	–	Linguagem visual	Linguagem gráfica
		Modo de representação			Componentes gráficos		
	Variáveis visuais	–	–		Variáveis de apresentação gráfica	Elementos primitivos/ atributos visuais	Atributos visuais
	–	Linguagem gráfica pictórica	Representação pictórica	–	–	Representação gráfica/ pictórica	Representação gráfica/objeto gráfico
	–	–	–	–	–	Relações semânticas	Relações gráficas
	–	–	–	–	–	Elementos de lincagem	Elementos com função sintática

Fonte: A autora.

A partir desse quadro é possível identificar que a abordagem teórica proposta por Horn (1998) é a primeira que apresenta maior abrangência de termos, e por esse motivo, será utilizada como base para a nomenclatura das variáveis gráficas a serem tratadas nesta dissertação.

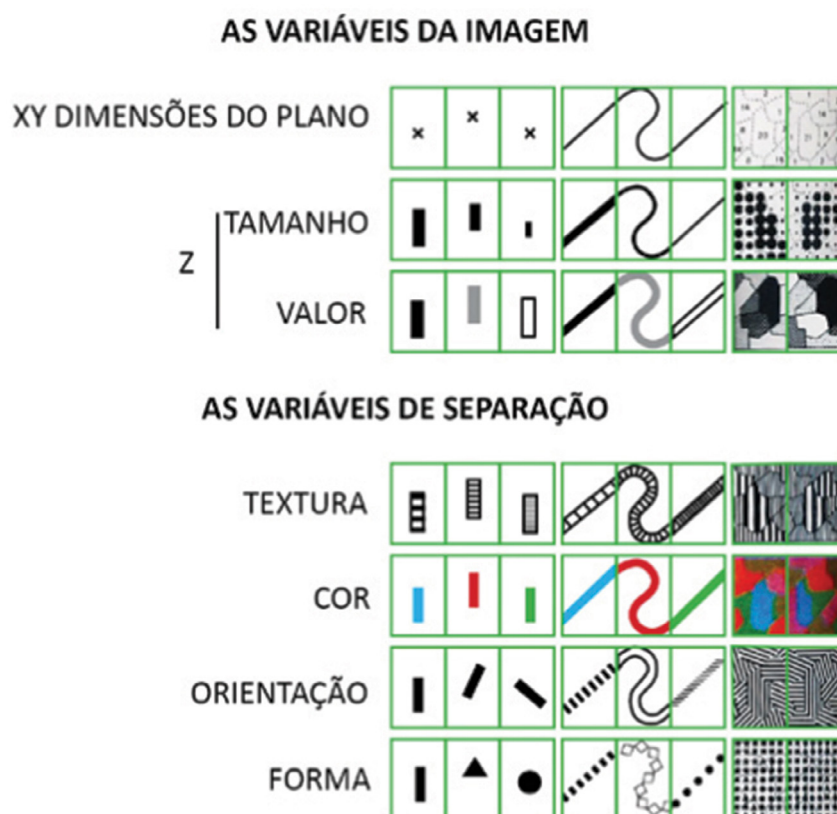
1.6 Elementos constituintes da representação gráfica

1.6.1. Variáveis visuais de Bertin (1967)

Jacques Bertin (1918–2010) foi um cartógrafo e teórico francês que possui como obra principal o livro editado em 1967 “*Sémiologie Graphique (Semiologia gráfica)*”, no qual apresenta a primeira tentativa de fundamentar teoricamente a visualização da informação. Sua pesquisa é norteadada por estudos sobre a informação gráfica apresentada em mapas.

Segundo Bertin (1986), as imagens podem ser decompostas e classificadas de acordo com os elementos que compõem uma representação visual – variáveis visuais – que podem ser divididas em duas categorias: da **imagem**, composta pela dimensão do plano, tamanho e valor; e de **separação**, referente a textura, cor, orientação e forma, conforme *Figura 1.21*.

Figura 1.21 Variáveis visuais de acordo com Bertin (1986)



Fonte: Bertin (1986, p. 187).

O **plano** refere-se à variação de posição de pontos em um determinado espaço gráfico; o **tamanho** representa a variação de altura e

largura da área ou de um elemento gráfico presente na imagem; o **valor** indica o preenchimento de uma área da imagem – sua variação tonal, com a finalidade de gerar diferenciações. A **textura** é uma variável de separação que corresponde à variação de padrões utilizados com o objetivo de formar e distinguir as áreas de um todo; a **cor** equivale à variação cromática (tonalidade ou saturação) em um mesmo valor; a **orientação** condiz com a variação de posição (horizontal ou vertical), angulação, inclinação de linhas ou padrões; e a **forma** confere a variação da configuração dos elementos gráficos utilizados para compor a representação gráfica (BERTIN, 1986).

1.6.2. Elementos primitivos da linguagem visual de Horn (1998)

Robert E. Horn é um cientista americano da comunicação visual, mais conhecido por ter desenvolvido a cartografia informacional, resultado obtido através da ampliação dos estudos de Bertin (1967). Uma de suas publicações relevantes é o livro *“Visual Language: Global Communication for the 21st Century”*, publicado em 1998.

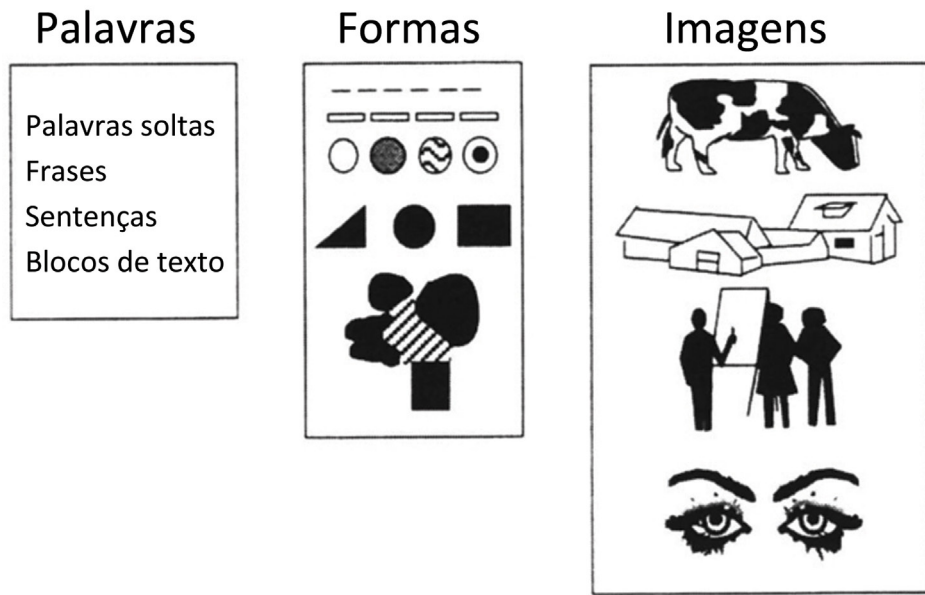
De acordo com Horn (1998), existem três tipos de elemento primitivos da linguagem visual: palavras, imagens e formas, que correspondem ao verbal, pictórico e esquemático, segundo Twyman (1979) (*Quadro 1.3*).

Quadro 1.3 Comparativo entre Twyman (1979) e Horn (1998)

Twyman (1979)	Horn (1998)
Verbal	Palavras
Pictórico	Imagens
Esquemático	Formas

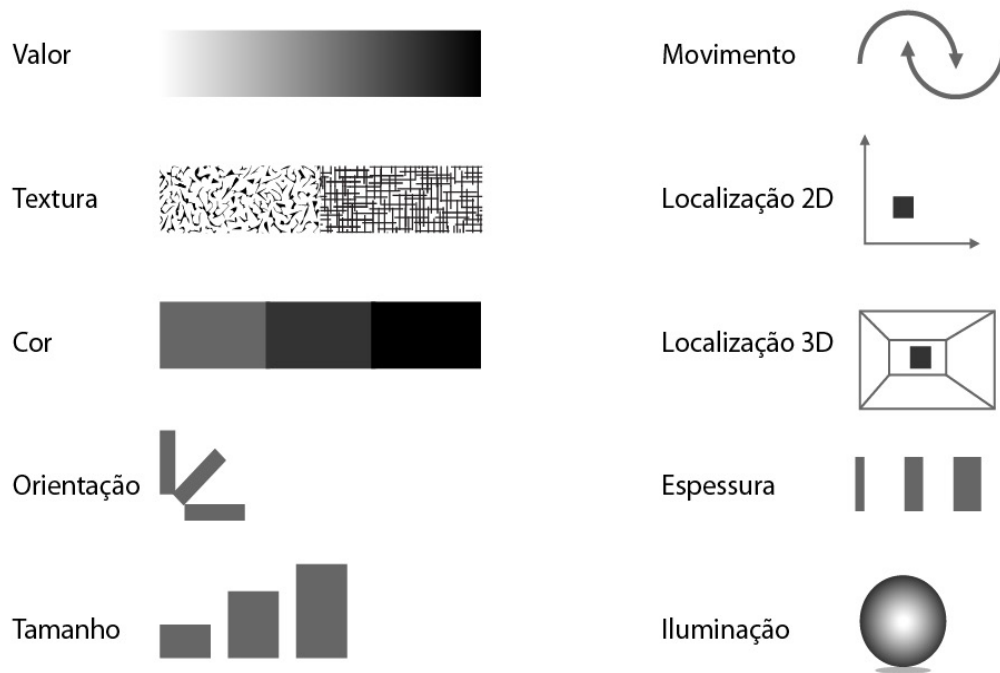
Fonte: A autora.

O primeiro elemento primitivo “Palavras”, se refere a palavras soltas, frases e blocos de texto; o segundo, relativo às “formas” indica o ponto, a linha, formas abstratas e espaço entre formas; e o terceiro, “imagens” faz referência aos objetos pictóricos, exemplificados na *Figura 1.22*.

Figura 1.22 Elementos morfológicos da linguagem visual

Fonte: Adaptado de Horn (1998).

Horn (1998) define algumas propriedades para esses elementos primitivos, como o valor, textura, cor, orientação, tamanho, movimento, localização 2D e 3D, espessura e iluminação, ilustrados na *Figura 1.23*.

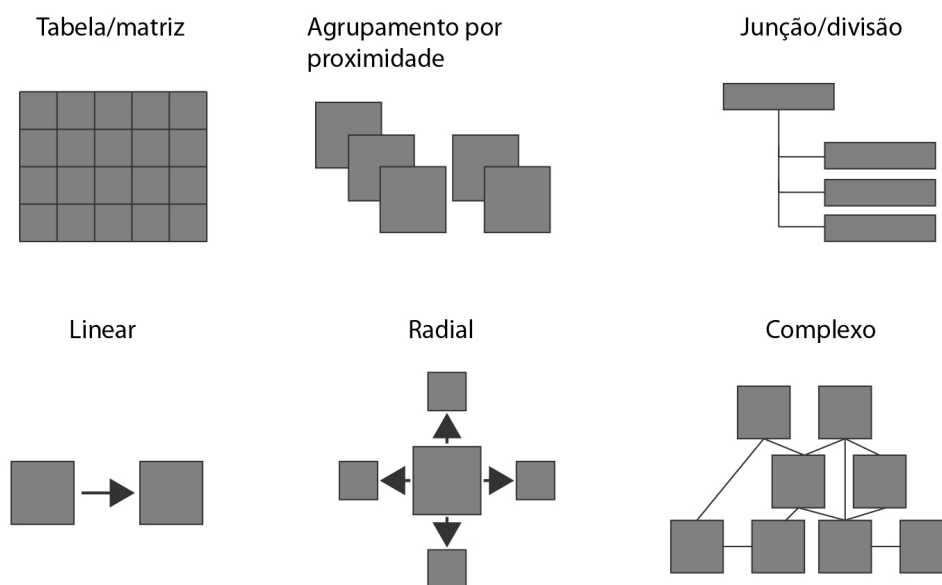
Figura 1.23 Propriedades dos elementos primitivos

Fonte: Adaptado de Horn (1998).

Essas propriedades possuem o objetivo de caracterizar os elementos primitivos, atribuindo-lhes “atributos visuais” – denominação também utilizada por Engelhardt (2002) que será abordada a diante.

Horn (1998) também define um modo de organizar as informações – agrupamento visual, de acordo com seis estruturas sintáticas: através de tabelas, diagramas, agrupamento por proximidade, ou utilizando elementos de ligação da linguagem gráfica. Esses elementos de ligação podem ser lineares, radiais ou complexos, conforme *Figura 1.24*.

Figura 1.24 Agrupamento visual



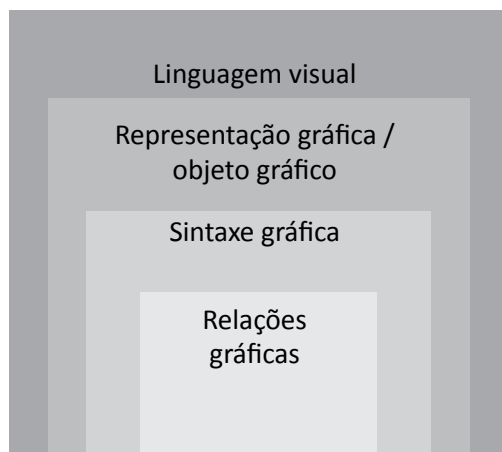
Fonte: Adaptado de Horn (1998).

1.6.3. Atributos visuais de Engelhardt (2002)

Yuri Engelhardt é PhD em Ciência da Computação. Sua tese intitulada “*The Language of Graphics: A framework for the analysis of syntax and meaning in maps, charts and diagram*” é uma das referências para esta dissertação. Atualmente, Engelhardt é coordenador e professor no departamento de Visualização da Informação e Mídia Digital na Universidade de Amsterdam.

Segundo Engelhardt (2002), a linguagem visual é uma área que abrange a representação gráfica, podendo ser analisada através da sintaxe gráfica – aspectos de estrutura e relações gráficas de um objeto e do espaço gráfico. A *Figura 1.25* ilustra essa relação.

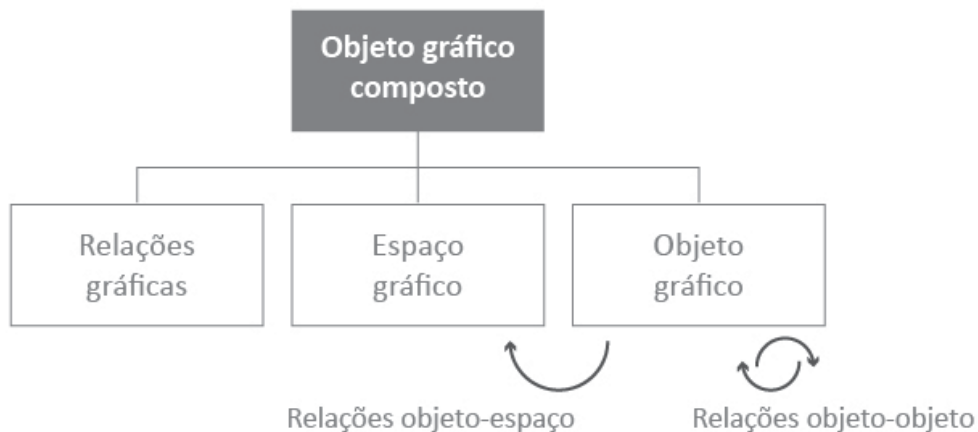
Figura 1.25 A linguagem visual segundo Engelhardt (2002)



Fonte: A autora, baseada em Engelhardt (2002).

A sintaxe gráfica de uma representação ou objeto gráfico é, segundo Engelhardt (2002), uma decomposição sintática daquilo que o objeto gráfico pode ser e conter. Dessa forma, o objeto gráfico pode ser elementar, somente o objeto; ou composto consistindo no espaço gráfico em que o objeto está inserido, nos outros objetos que estão inseridos nesse espaço, e nas relações gráficas que todos os objetos possuem entre si, conforme *Figura 1.26*.

Figura 1.26 Objeto gráfico composto



Fonte: A autora, baseada em Engelhardt (2002) p.14.

As relações gráficas entre objetos e entre objeto e espaço podem ser realizadas por intermédio das funções sintáticas dos elementos gráficos. De acordo com Engelhardt (2002), esses elementos são: *rótulo, conector, separador, container, nó ou nódulo, ponto localizador, linha localizadora, superfície localizadora, volume localizador, barra métrica e grade de linha*.

- **Rótulo** é um elemento gráfico, textual, pictórico ou esquemático que traz consigo o significado de um objeto gráfico de acordo com sua proximidade espacial. É comumente utilizado em mapas.
- **Conector** é um elemento gráfico (forma, seta, linha, etc.) que pode ser disposto entre dois objetos gráficos (nós) com o objetivo de conectá-los.
- **Separador** é um elemento gráfico, como uma linha ou forma, ancorado entre os objetos gráficos com o objetivo de delimitar os espaços dos objetos gráficos inseridos no espaço gráfico.
- **Container** é um elemento gráfico que circunda outros elementos gráficos, ou seja, os objetos gráficos se encontram ancorados dentro do container.
- O **nó** ou **nódulo** segundo Engelhardt (2002) p. 34 é “um elemento gráfico que possui um papel sintático diferente dos outros elementos abordados anteriormente”.

O **ponto**, a **linha** e a **superfície localizadora** possuem o objetivo de desviar a atenção para a informação ali presente. Esses elementos estão ancorados em um espaço significativo, ou seja, dentro de uma representação gráfica. O ponto não possui dimensões específicas, a linha possui forma e espessura definidas, com comprimento variável. Já a superfície, apresenta forma e tamanho específicos. O **volume localizador** também está presente em um espaço significativo, porém tridimensional. Assim como a superfície localizadora, possui tamanho e forma específicos (ENGELHARDT, 2002).

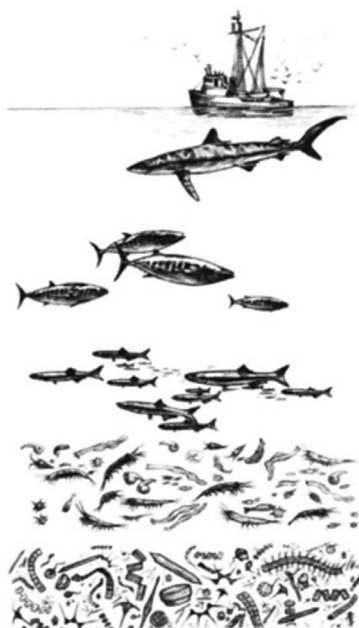
A **barra métrica** é um objeto gráfico presente em gráficos de barra cujo objetivo é unir dois pontos através de seu comprimento. Normalmente a barra métrica possui dimensões de comprimento e espessura fixas, porém dependendo do tipo de gráfico, ela pode ter essas dimensões variáveis (ENGELHARDT, 2002)

A **grade de linha** é uma linha cujo objetivo é de delimitar um espaço significativo. Ela, por si só, não possui característica interpretativa em uma representação gráfica. Normalmente é utilizada para facilitar a interpretação das relações objeto–espaço (Engelhardt, 2002).

Com o intuito de caracterizar os modos de separação objeto–objeto, Engelhardt (2002) define, com base nos elementos gráficos mencionados anteriormente, seis diferentes termos para essas relações. São eles:

- **Separação por espaçamento** diz respeito à disposição dos objetos gráficos no espaço gráfico e suas relações. Esse espaçamento é definido por um espaço em branco, formado por relações de proximidade x distância, exemplificado na *Figura 1.27*.

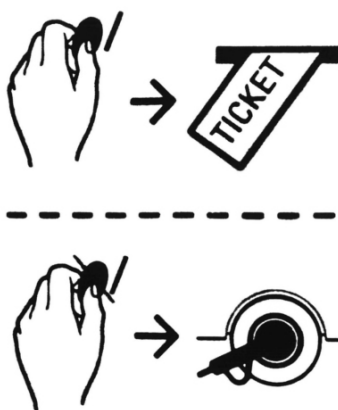
Figura 1.27 Exemplo de separação por espaçamento



Fonte: Engelhardt (2002) p.33.

- **Separação por separadores** diz respeito à separação dos objetos dispostos no espaço gráfico através de separadores que, por sua vez, são elementos gráficos, como uma linha ou forma, ancorados entre os objetos gráficos, como pode ser observado na *Figura 1.28*.

Figura 1.28 Exemplo de separação por separador



Fonte: Engelhardt (2002) p.35.

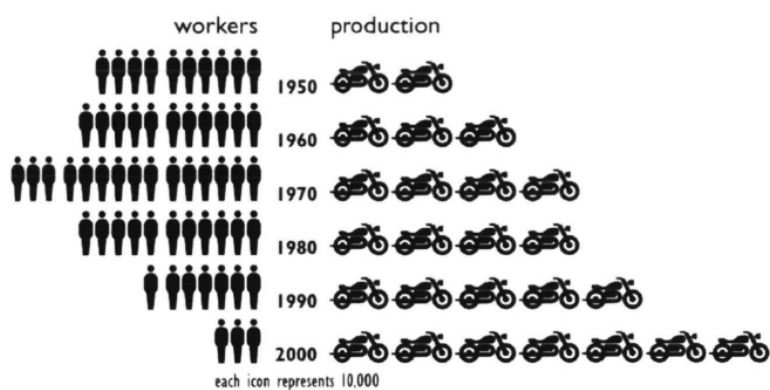
- **Separação em forma de linha (*Lineup*)** diz respeito a um modo de separação de objetos gráficos dispostos em uma linha única (*Figura 1.29*) ou segmentada (*Figura 1.30*).

Figura 1.29 Exemplo de separação *lineup* (linha única)



Fonte: Engelhardt (2002) p.37.

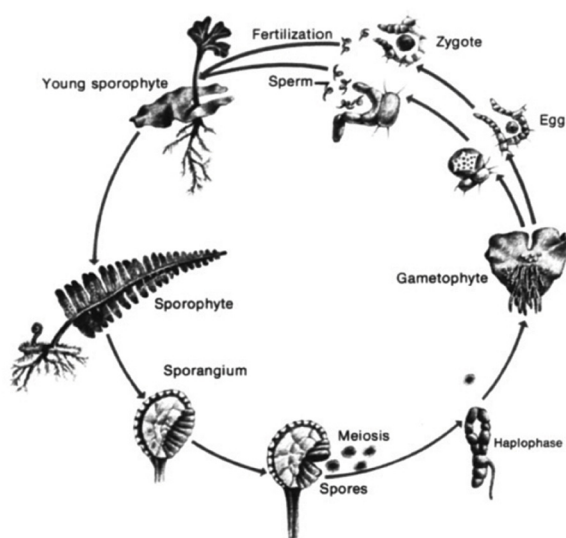
Figura 1.30 Exemplo de separação *lineup* (linha sementada)



Fonte: Engelhardt (2002) p.38.

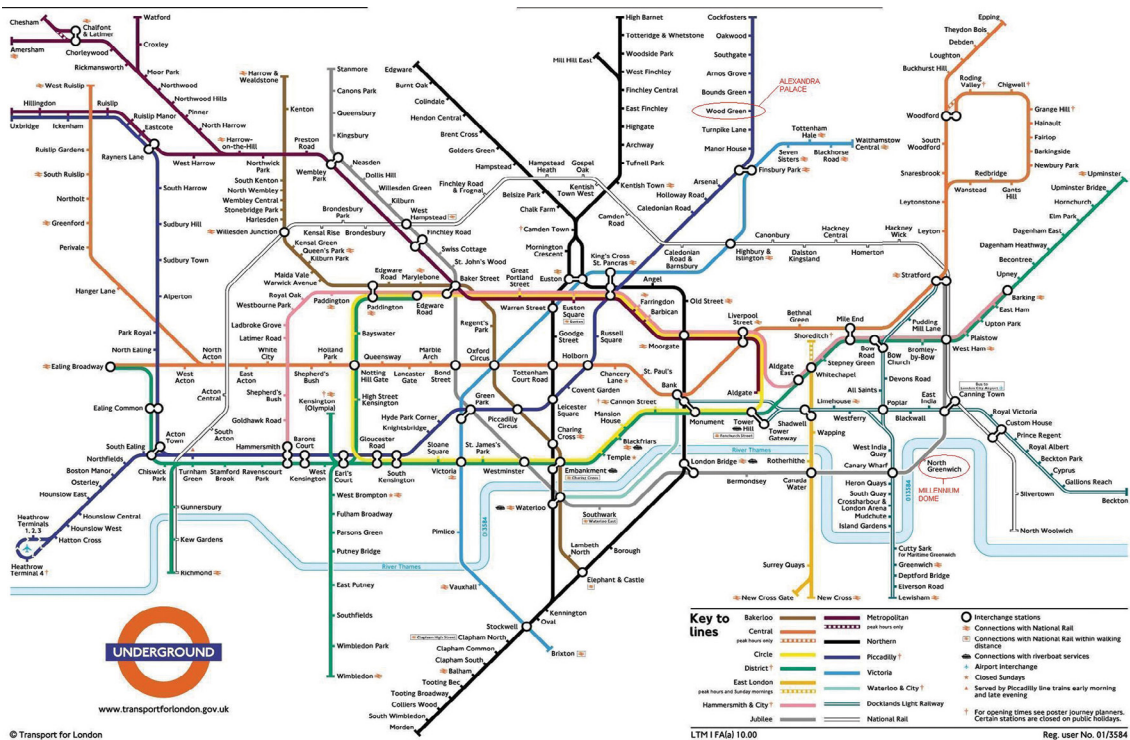
- **Lincagem** diz respeito a uma relação entre objetos através de dois elementos sintáticos: nós e conectores. A lincagem pode ocorrer por meio de conectores conceituais, físicos e conectores entre rótulos e objetos rotulados, conforme *Figura 1.31*, *Figura 1.32* e *Figura 1.33*.

Figura 1.31 Exemplo de elementos de lincagem – conectores conceituais



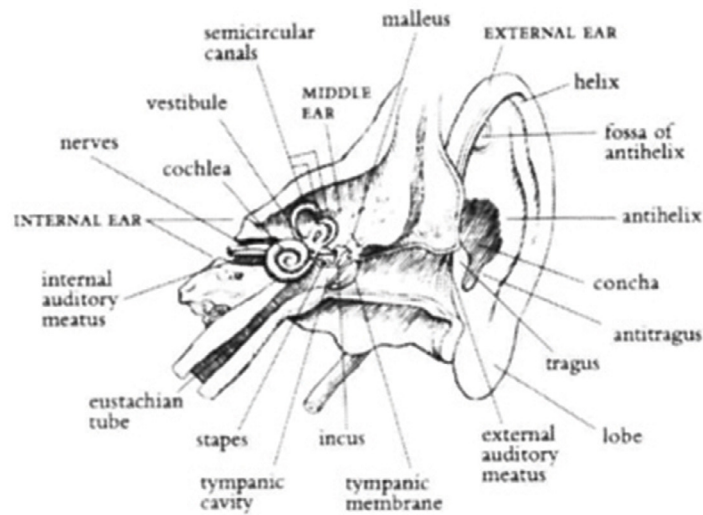
Fonte: Engelhardt (2002, p.41).

Figura 1.32 Exemplo de elementos de ligação – conectores físicos



Fonte: Engelhardt (2002, p.42).

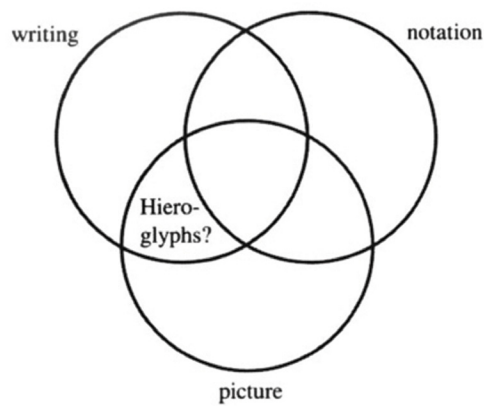
Figura 1.33 Exemplo de elementos de ligação – conectores entre rótulo e objeto rotulado.



Fonte: Engelhardt (2002, p.43)

- **Contensão (container)** é uma relação entre objetos que envolve nódulos e containers, ou seja, existem elementos gráficos que circundam os objetos gráficos com o intuito de separá-los do todo (Figura 1.34).

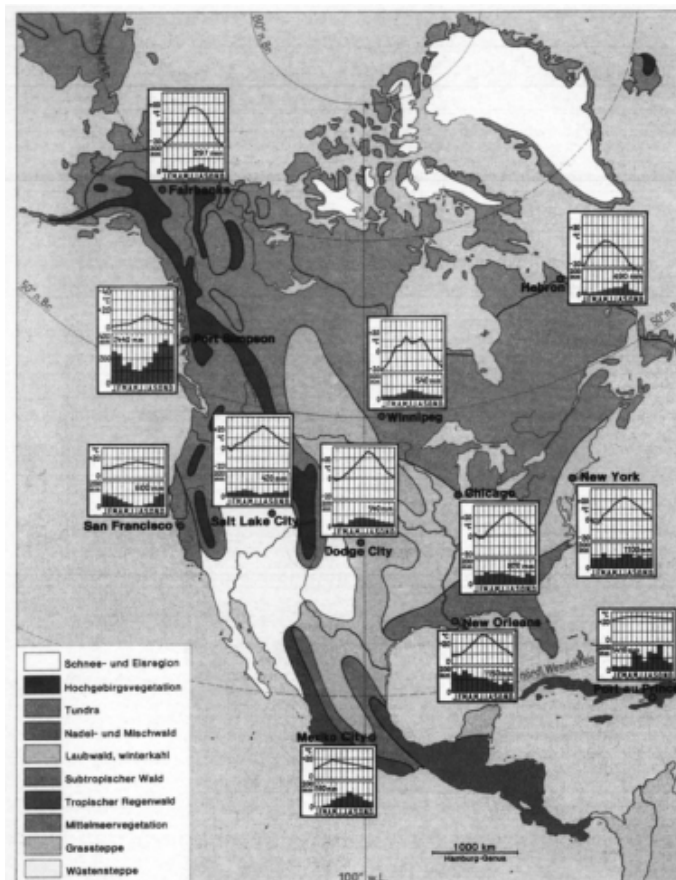
Figura 1.34 Exemplo de separação por *containers*



Fonte: Engelhardt (2002, p.45).

- **Superimposição** é uma relação entre objetos que envolve um objeto gráfico como plano de fundo e, um ou mais em primeiro plano (Figura 1.35).

Figura 1.35 Exemplo de superimposição



Fonte: Engelhardt (2002, p.18).

A partir dos atributos visuais e das relações gráficas apresentadas até o momento, o quadro a seguir (*Quadro 1.4.*) mostra um exemplo comparativo das relações gráficas entre objetos e objeto-espço.

Quadro 1.4 Comparação das relações objeto-objeto e objeto-espço

	Relações objeto-objeto	Relações objeto-espço
<i>Exemplo</i>	Legenda textual do nome de um rio	Uma linha em um mapa que representa um rio
<i>Um objeto é ancorado com</i>	Um ou mais objetos	Um ou mais pontos em um espço significativo
<i>Exatidão da posição espacial</i>	Posição fixa	Liberdade de posicionamento
<i>Pode expressar relações de:</i>	Associação, desassociação e ordem.	Ordem, proporção e direção

Fonte: A autora, baseada em Engelhardt (2002) p. 56.

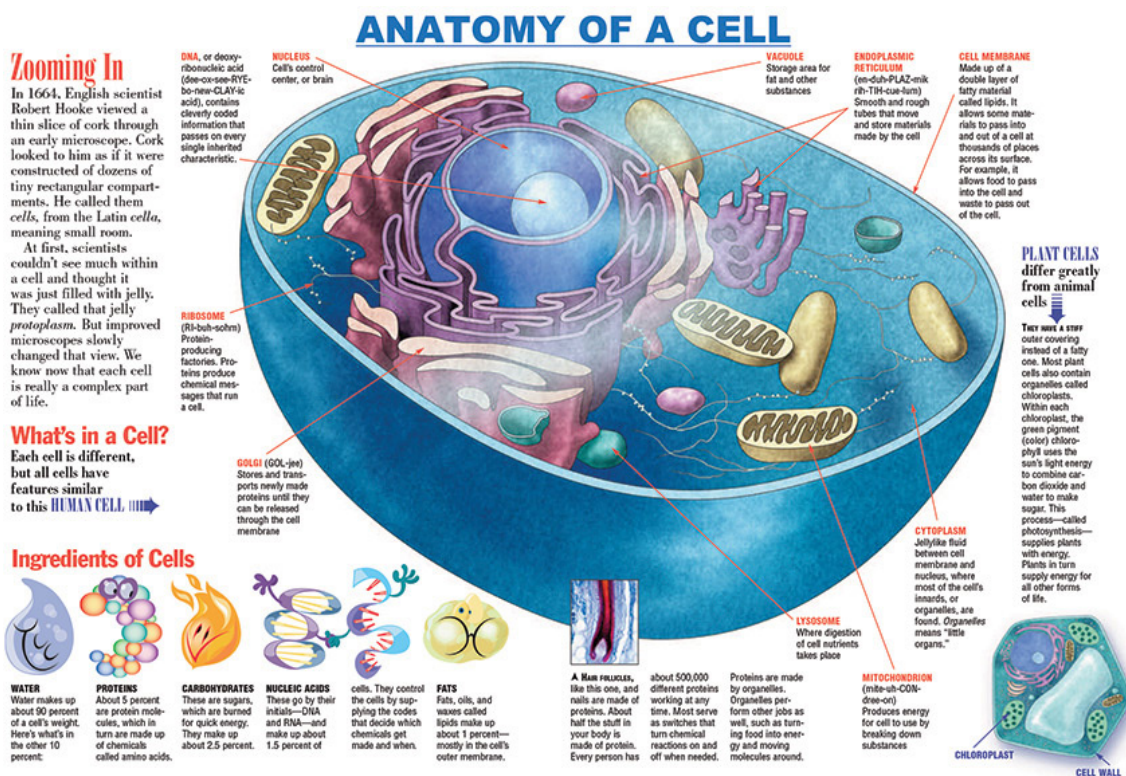
1.6.4. Relação texto-imagem Barthes (1964) e Bassy (1974)

A relação texto imagem não é tão simples como aparenta ser. De acordo com Barthes (1964) o texto pode acrescentar informações à imagem como pode ter caráter redundante se apresentado com o mesmo conteúdo, sendo assim, uma relação de redundância ou informatividade.

A partir desse princípio, Barthes (1964) propôs dois critérios para medir essa relação entre texto e imagem; um faz referência ao complemento e o outro à ancoragem. O texto como complemento traz informação diferente da imagem, ou seja, o texto completa o sentido da imagem e vice-versa. Já o texto como ancoragem tem o objetivo de reforçar ou evidenciar alguma informação presente na imagem, esclarecendo-a.

Dez anos depois, Bassy (1974) afirmou que a relação texto imagem ocorre como um “circuito fechado”, constituído por três relações: o que a imagem ilustra, o que ela representa e pelo significado do texto que a acompanha. Portanto, ou o texto complementa ou acrescenta informações em uma imagem. A *Figura 1.36* exemplifica essas relações.

Figura 1.36 Exemplo de relação texto imagem. Rótulo como elemento de ancoragem e texto como complemento



Fonte: Google Images.

Aplicando esses princípios à informação tátil, proveniente da associação da imagem em relevo com texto em braile, é possível inferir que as relações entre texto e imagem em uma representação gráfica tátil tende a possuir as duas classificações, de complemento e ancoragem.

1.6.5. Modelo de análise de SPPs Spinillo (2000)

Com o intuito de organizar hierarquicamente as informações apreendidas nos itens anteriores, foi utilizado o modelo de análise de Sequências Pictóricas de Procedimentos (SPPs) proposto por Spinillo (2000) como estrutura básica para a organização das variáveis gráficas da imagem tátil. A autora apresenta um modelo para criação de SPPs que está dividido em dois níveis principais: o **nível das variáveis** e o **nível dos efeitos**. O nível das variáveis engloba o **conteúdo** e a **representação gráfica**, enquanto o nível dos efeitos compreende o leitor e documento (Figura 1.37).

Figura 1.37 Modelo para criação de SSPs

	Variáveis
<i>Conteúdo</i>	Completude do conteúdo processual Relevância do conteúdo não-processual
<i>Apresentação gráfica</i>	Apresentação do texto Disposição Elementos de leitura Elementos de separação visual Elementos simbólicos Elementos enfáticos Estilo da imagem Tipo da representação
	Efeitos
<i>Leitor</i>	Necessidades informacionais Familiaridade Aceitabilidade
<i>Documento</i>	Modos de apresentação Modos de reprodução Recursos disponíveis Circunstâncias de uso

Fonte: Adaptado de Spinillo (2000 p. 135)

Analisando o primeiro nível, o **conteúdo** se refere às decisões a serem tomadas sobre o conteúdo a ser transmitido no processo de design. À vista disso, Spinillo (2000) estabelece duas divisões que dizem respeito ao quão completa a representação será, e quão significativo é o conteúdo a ser representado. Ainda neste nível, a **representação gráfica** faz referência às decisões a serem tomadas sobre os elementos a serem utilizados, para representar o conteúdo de forma consistente, para que a mensagem possa ser transmitida corretamente.

A primeira variável da representação gráfica indica o modo de **apresentação do texto** em relação às imagens, seja como título, texto corrido, rótulo ou legenda. A segunda indica como ocorre a **disposição das imagens**, seja horizontal, vertical, circular, oblíqua ou ramificada. A terceira faz referência aos **elementos de leitura** presentes nas imagens, ou seja, aqueles que indicam a orientação de leitura, podendo ser números, letras, setas, etc. A quarta variável corresponde aos **elementos de separação**, que são elementos gráficos utilizados para separar as imagens do texto, podendo ser espaço, linhas e bordas. As quatro últimas variáveis fazem referência a tipos específicos da linguagem gráfica. **Elementos simbólicos** dizem respeito a elementos preestabelecidos por convenção. Podem ser pictogramas, cores, formas, sinais de movimento, etc. Já os **elementos enfáticos** são aqueles elementos gráficos utilizados para destacar alguma parte da imagem, podendo ser formas, contraste de figura-fundo, preenchimento, textura, etc.

O **estilo de representação** é a penúltima variável, fazendo referência ao tipo da imagem: ilustração, fotografia, desenho esquemático ou silhuetas. Por fim, a variável denominada **representação** (interpretada como completude), indica se a imagem está representada de forma parcial ou completa.

O nível dos **efeitos** engloba informações sobre o **leitor** e sobre o **documento**. Os efeitos sobre o **leitor** são numerados em necessidades informacionais, ou seja, aquilo que o **leitor precisa saber; familiaridade** e **aceitabilidade** das variáveis gráficas utilizadas na representação, com o intuito de representar de acordo com o repertório e cultura do leitor. Spinillo (2000) salienta que as atitudes dos leitores que envolvem o processo de leitura, como motivação e processamento cognitivo não estão no escopo desse modelo.

Já os efeitos sobre o **documento** são aqueles relacionados ao modo de produção e ao uso, características que podem limitar a maneira em que as representações gráficas são utilizadas. Spinillo (2000) identifica quatro fatores: **modos de apresentação, modos de reprodução, recursos disponíveis e circunstâncias de uso** e salienta que esta é uma etapa de decisão do processo de design, pois implica diretamente no modo em que a informação será apresentada ao leitor.

O **modo de apresentação** faz referência ao artefato em a informação estará sendo apresentada ao leitor, como por exemplo, um livro ou um folheto. Dependendo desse artefato, o estilo da imagem, ou a disposição do texto podem variar.

Já os **modos de reprodução** dizem respeito ao processo de impressão ou reprodução do material. Alguns processos trazem limitações de representação, que podem impossibilitar o uso do mesmo documento em diferentes suportes (por exemplo, utilizar fotografias sendo que o processo de impressão será através de mimeógrafos).

Os **recursos disponíveis** fazem menção aos equipamentos, tempo e recursos financeiros que o designer possui para a criação do documento, que implicam diretamente no processo de design.

Por fim, as **circunstâncias de uso** se referem às situações, ambientes em que o documento será utilizado. Seja em situações de emergência ou de ensino, o tipo de impressão, suporte ou tamanho do documento, por exemplo, podem afetar a interpretação do mesmo. Dessa forma, decisões a respeito devem fazer parte do processo de design.

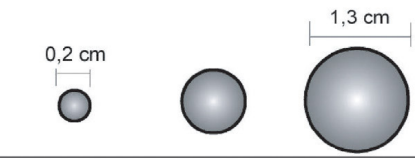



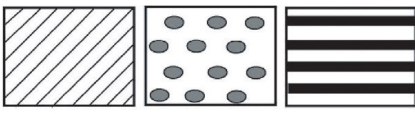


Partindo dessa apresentação sobre o modelo de criação de SPPs proposto por Spinillo (2000), as **variáveis de apresentação gráfica** foram selecionadas e adaptadas, de acordo com a revisão de literatura realizada, para compor o quadro analítico de imagens táteis, que será apresentado no *Capítulo 3*.

1.6.6. Abordagem da cartografia tátil de acordo com Loch (2008)

Ruth Emilia Nogueira Loch, doutora em Engenharia Florestal, é coordenadora do Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar do Departamento de Geociências da UFSC. Possui experiência na área de Geociência, com foco no ensino da geografia para deficientes visuais e cartografia tátil.

A partir de Bertin (1967), Loch (2008) apresenta as variáveis gráficas táteis, estipulando as dimensões mínimas e máximas para cada variável, conforme *Figura 1.38*.

Figura 1.38 Variáveis gráficas táteis

VARIÁVEIS GRÁFICAS TÁTEIS		
TAMANHO	Ponto	
	Linha	
FORMA	Ponto	
	Linha	
PADRÃO	Área Pontos e linhas bem diferentes para formar Padrões	
VOLUME	Visto em perfil	
	Visto de topo	

Fonte: Loch (2008) p.49

De acordo com os estudos de Loch (2008), o **ponto**, para ser percebido pelo deficiente visual, deve ter entre 0,2 e 1,2 centímetros de diâmetro. Caso a dimensão seja maior, de acordo com Loch (2008), este pode ser confundido como área. Já para a linha ser percebida pela pessoa cega deve apresentar o tamanho mínimo 1,3 centímetros, caso seja menor, pode ser interpretada como um símbolo pontual.

Na cartografia tátil, as variáveis **formas** podem ser configuradas pelas formas geométricas, símbolos do zodíaco e letras do alfabeto grego. Os dois últimos, segundo Loch (2008), são identificados, pelas pessoas com deficiência visual, como variações de forma.

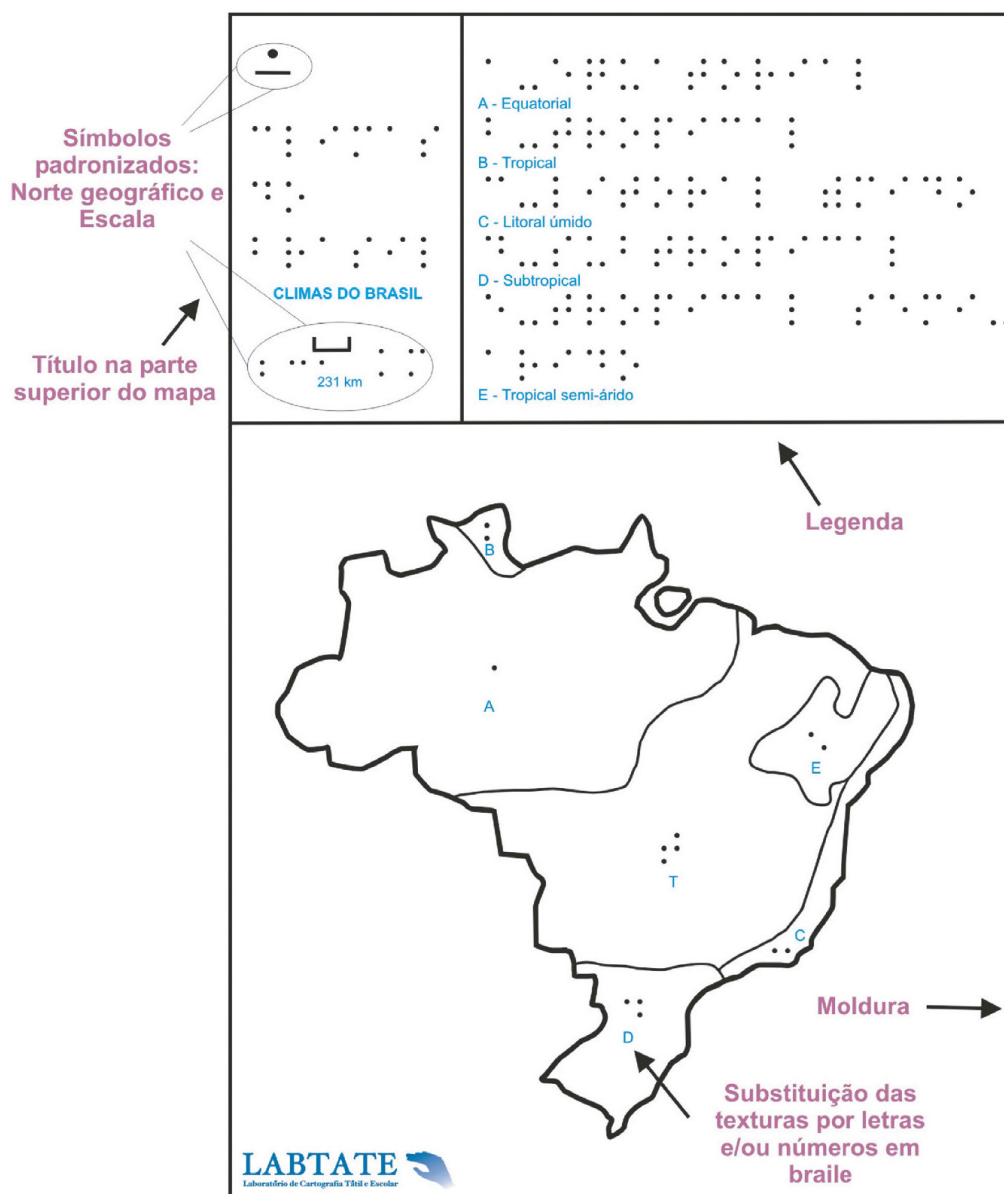
Para facilitar a percepção tátil, a **área** de uma representação, deve ser representada através das variáveis gráficas forma, tamanho e orientação. A área, quando preenchida por padrões gráficos diferenciados, formados por pontos ou linhas, tende a ser melhor percebida pelo tato, de acordo com Loch (2008). Seus estudos afirmam que áreas muito pequenas ou estreitas são difíceis de ser identificadas pela percepção tátil, por esse motivo, devem ser utilizadas alternativas que não sejam as variáveis táteis, para representar essas áreas, como uma letra em braile, por exemplo.

Em mapas em relevo a quantidade de atributos visuais com **texturas** táteis, não deve ultrapassar de sete. Devido à grande quantidade de informação tatilmente semelhante, as pessoas cegas podem ter dificuldade de identificar as diferenciações, mesmo com o uso de legendas (LOCH,2008).

A relação **texto**, **imagem** e **layout** são muito importantes na cartografia tátil, pois de acordo com Loch (2008) “um mapa deve ser compreendido a partir dos textos que ele traz no seu corpo ou na legenda”. O fator orientação (sinalização do Norte) e escala são imprescindíveis no momento de leitura do mapa tátil. Esses elementos auxiliam a pessoa cega a imaginar as dimensões e extensões reais da informação representada através da imagem.

A seguir (*Figura 1.39*) é apresentado um modelo de representação cartográfica tátil, em que o mapa tátil está inserido em um quadro (moldura) com a presença do símbolo de orientação, espaço para o título, escala e legenda.

Figura 1.39 Modelo de *layout* para a reprodução de mapas



Fonte: LOCH (2008) p. 54.

O quadro que contém os elementos visuais possui a função de limitar o espaço que o leitor precisará explorar. A presença do elemento que representa o Norte, na parte superior esquerda indica a orientação do mapa. O posicionamento desse elemento dirige à leitura do título em braile que é apresentado na sequência, na parte superior do suporte. A escala deve ser apresentada abaixo do título, e a legenda do mapa, sempre que possível, também deve ser posicionada junto ao título (preferencialmente ao lado direito do título). Caso a legenda seja muito extensa, deve ser apresentada em um suporte separado, porém os símbolos principais devem ser dispostos acima do mapa para que o leitor tenha conhecimento do que vai encontrar no mapa tátil. (LOCH, 2008)

De acordo com Loch (2008) esta é uma disposição ergonômica para a leitura braile e tátil que, assim como a leitura ocidental, são realizadas da esquerda para a direita e de cima para baixo facilitando a exploração tátil que acontece primeiro do todo e em seguida de elementos pontuais.

A partir das colocações apresentadas, a abordagem da cartografia tátil (LOCH, 2008) mostra-se relevante para contribuir para a presente dissertação.

1.6.7. Abordagem do cânone egípcio percorrida por Silva (2008)

María del Pilar Correa Silva é doutora em Pesquisa em Desenho pela Universidade de Barcelona. Atualmente é docente e encarregada do laboratório audiovisual na Universidade Tecnológica Metropolitana do Chile – UTEM. Sua tese intitulada *“Imagen tátil: una representación del mundo”* aborda o cânone egípcio como modelo para a disposição da imagem tátil, portanto seu estudo é referência para esta pesquisa.

A abordagem do cânone egípcio, segundo Villafañe e Mínguez (2002) *apud* Silva (2008) delimita as características formais e convenções de representação, conforme o *Quadro 1.5*.

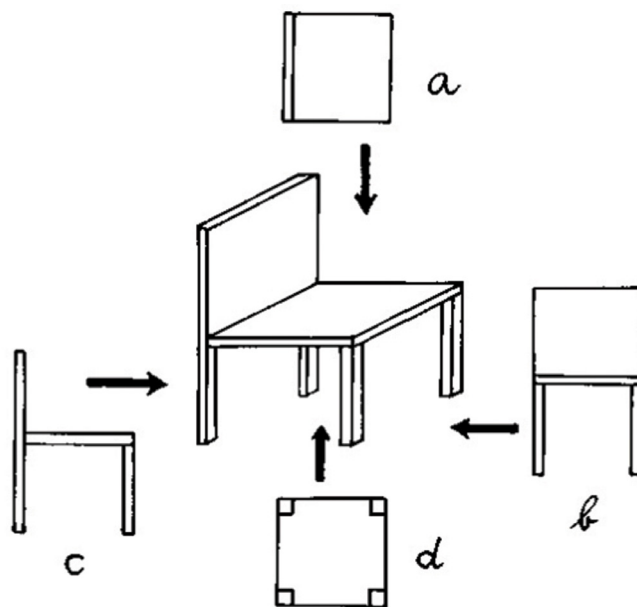
Quadro 1.5 Modelo da representação egípcia

A representação egípcia	
<i>Características formais</i>	<i>Convenções de representação</i>
Pouca importância pela representação tridimensional	Figura: Rostos e membros de perfil; olhos, ombro e peito em visão frontal; uma das pernas para frente.
A sobreposição como único recurso para representar a profundidade	Cores: Claras – feminino; escuras – masculino e sem gradação.
Adaptação da forma à função	Linha: linha de contorno indicando o perfil.
Inexistência de uma estrutura representativa	Tamanho: Hierarquia dimensional
A identidade é representada através da adição de símbolos.	Composição: Isolamento como fatos de hierarquia.

Fonte: A autora, baseado em Villafañe e Mínguez (2002) *apud* Silva (2008).

Essa abordagem tem como princípio escolher para cada parte de um objeto a ser representado graficamente, a característica que melhor se adapte à finalidade pictórica (ARNHEIM, 1992). A princípio, esse tipo de representação foi condenado como criações primárias, feitas por pessoas que não possuíam conhecimentos técnicos, ou que desenhavam aquilo que tinham conhecimento ao invés de aquilo que viam. A *Figura 1.40* e *Figura 1.41* ilustram essa afirmação.

Figura 1.40 Representação de uma cadeira – vistas



Fonte: Arnheim (1992, p.102).

Figura 1.41 Representação de uma cadeira

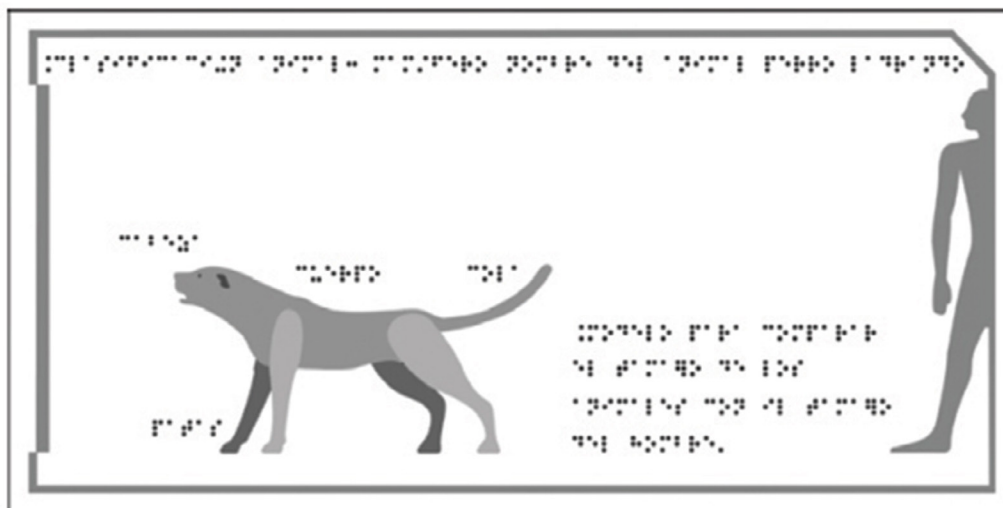


Fonte: Arnheim (1992, p.103).

De acordo com Silva (2008) a linguagem é um meio importante para adquirir conhecimento. No caso de pessoas cegas, a linguagem pode ser complementada pela informação gráfica tátil simplificada, que é o princípio do método egípcio. Segundo este princípio, a imagem (bidimensional) pode ser apreendida por uma pessoa cega se possuir alguma referência de tamanho ou escala (O corpo humano é a principal unidade de medida do mundo circundante). A partir desse preceito, Silva (2008) criou um modelo

sobre a disposição da representação tátil, objetivando servir como um guia para a apresentação da imagem tátil para às pessoas cegas (*Figura 1.42*).

Figura 1.42 Modelo de disposição da representação tátil



Fonte: Silva (2008, p.347)

A proposta deste modelo de representação tátil é que o suporte, sendo horizontal ou vertical, apresente toda a informação tátil inserida em um retângulo com o ângulo superior direito chanfrado em 45°, representando a orientação do papel; títulos e descrições em braile na parte superior do suporte, visto que o texto em braile como complemento ou ancoragem da imagem é uma condição de acessibilidade (SILVA, 2008).

Ao apresentar o homem como instrumento de medida e a imagem propriamente dita com suas legendas, rótulos ou complementos textuais os mais adjacentes possíveis, a informação apresentada tende a ser melhor percebida. Caso a representação dos olhos, ombros e peito, seja estabelecida pela vista frontal e o rosto e membros por vista lateral com uma das pernas à frente, a informação pode ser percebida e relacionada pela pessoa cega de acordo com seus conhecimentos prévios (SILVA, 2008).

Na hipótese de que esse princípio seja um padrão a ser adotado na reprodução de imagens táteis, Silva (2008) afirma que auxiliaria no processo de criação e/ou adaptação de imagens táteis, pois dessa forma, os quesitos “orientação”, “escala” e “proporção” das imagens em relevo poderiam ser melhor percebidos e, conseqüentemente melhor compreendidos pelas pessoas cegas.

Partindo dessa apresentação, o modelo do cânone egípcio defendido por Silva (2008) é considerado um estudo relevante para auxiliar a fundamentação da dissertação aqui proposta.

1.7 Panorama da abordagem teórica

A partir do levantamento da literatura, a seguir é apresentada uma comparação entre as abordagens teóricas estudadas, mostrando sua pertinência para o estudo em questão.

A primeira teoria apresentada foi a respeito da linguagem e representação gráfica. Conforme Twyman (1979), a linguagem tátil gráfica pode ser dividida em verbal, pictórica e esquemática. Como o estudo em questão se refere ao pictórico (imagem de acordo com Horn (1998)), a estudos de Dondis (2007) mostraram-se relevantes para iniciar a pesquisa sobre a sintaxe gráfica tátil, visto que abordam os elementos básicos da comunicação visual (ponto, linha, forma, escala, textura e movimento).

Com base nesses componentes é possível desenvolver diversos tipos de representações gráficas. Para identificá-las foi selecionada a classificação proposta por Engelhardt (2002) por abranger várias situações de visualização da informação. Partindo de sua classificação, definiu-se que a unidade de análise do estudo proposto é um tipo primário de representação: a imagem (ilustração) apresentada de forma tátil. A partir dessa definição, foram selecionadas abordagens teóricas sobre os componentes gráficos, sob a ótica da linguagem gráfica, cartografia e recomendações de acessibilidade de imagens.

Vinda da cartografia, a organização de variáveis visuais propostas por Bertin (1986) e reestruturadas com base em mapas táteis (LOCH, 2008) serviram como base para a seleção e organização das variáveis gráficas táteis. As dimensões mínimas de ponto e linha são relevantes para o desenvolvimento/adaptação de imagens táteis, bem como a presença de formas e texturas que delimitam as áreas de uma representação. As variáveis de volume indicam o relevo propriamente dito da imagem tátil. A diferenciação de alturas desses relevos é que indicam se algo está em destaque ou não. Entretanto, considerou-se que, se forem ampliadas para representações táteis em geral, a proposta de Loch (2008) precisa de aperfeiçoamento, pois características como elementos simbólicos (setas, marcas semânticas), contraste figura-fundo, completude da representação não são abordadas e a relação texto e imagem (corpo de texto e legenda) é apenas mencionada, mas não apresenta claramente o melhor modo de associação do texto à imagem.

Complementando Bertin (1986), Horn (1998) amplia o conhecimento sobre as variáveis visuais, partindo do princípio que os elementos primitivos da comunicação visual são palavras, formas e imagens. A partir dessa classificação, define os elementos morfológicos e as variáveis gráficas que indicam a propriedade desses elementos. A sua abordagem foi a adotada por todo o estudo, visto que menciona tipos de organização de texto (palavras soltas, frases, blocos de texto) e sua relação com a imagem (através de elementos de ligação e espaço entre formas), bem como a espessura da linha como uma propriedade diferenciadora – característica importante para representações táteis.

Aliado a Horn (1998), Engelhardt (2002) estabelece as relações gráficas entre elementos, apresentando atributos visuais como rótulo, conector, separador e container. Esses atributos foram importantes para estabelecer a relação gráfica entre texto e imagem na representação tátil. Para complementar essa abordagem, a relação texto-imagem, proposta por Barthes (1964) e Bassy (1974) foi resgatada, e concluiu-se que o texto em imagens táteis pode apresentar ambas relações (complemento e ancoragem).

A partir de todas as informações apresentadas, houve a necessidade de relacioná-las e organizá-las para auxiliar nas demais etapas da pesquisa. Dessa forma, o modelo de análise de Spinillo (2000) foi estudado e adaptado, para compor o quadro analítico de imagens táteis que norteia toda a pesquisa.

A abordagem do cânone egípcio (SILVA, 2008) auxiliou para conhecimento das características e convenções da representação tátil da figura humana, indicando por exemplo, que informações como orientação do suporte, escala e proporção devem ser apresentadas junto à imagem tátil para facilitar o entendimento. Aliada ao estudo de Loch (2008), a abordagem de Silva (2008) possibilitou estabelecer uma síntese de recomendações de acessibilidade de imagens táteis, apresentada no *Quadro 1.6*.

Quadro 1.6 Recomendações de acessibilidade de imagens táteis

Recomendações de acessibilidade de imagens táteis (LOCH, 2008; SILVA 2008)

- Indicação da orientação espacial do mapa na parte superior esquerda (LOCH, 2008);
 - Título em braile na parte superior do suporte (LOCH, 2008);
 - Legenda curta – junto ao título (preferencialmente ao lado direito do título) (LOCH, 2008);
 - Legenda longa – apresentada em um suporte separado (LOCH, 2008);
 - Elementos simbólicos (legenda) devem ser apresentados acima da representação (LOCH, 2008);
 - Elementos gráficos que limitam o espaço a ser explorado (LOCH, 2008);
 - A informação tátil deve ser apresentada em um retângulo com o ângulo superior direito chanfrado em 45° para identificar a orientação do suporte (SILVA, 2008);
 - Homem como instrumento de medida (SILVA, 2008);
 - Legendas e complementos textuais adjacentes à imagem (SILVA, 2008);
 - Representação de figura humana: olhos, ombros e peito apresentados pela visão frontal e rostos e membros, por vista lateral e uma das pernas para frente (SILVA, 2008);
-

Fonte: A autora, baseada em Loch (2008) e Silva (2008).

1.8 Sumarização e perspectivas

Este capítulo abordou as variáveis gráficas da representação pictórica, identificando os elementos constituintes da imagem. Os elementos gráficos expostos, como ponto e linha são fundamentais para a criação de qualquer representação visual e tátil. As variáveis gráficas de Bertin (1986), forma, tamanho, orientação e textura, são elementos caracterizadores de uma representação tátil. A abordagem de Engelhardt (2002) com base em Horn (1998) sobre os elementos de ligação entre texto e imagem é relevante para a exposição da imagem tátil, em suporte impresso, com o texto em braile. A abordagem de Silva (2008) sobre o modelo de exposição da imagem tátil com base no cânone egípcio associado aos conceitos da cartografia tátil mostra-se relevante para a apresentação da imagem tátil em um objeto de aprendizagem. A disposição da imagem e texto, inseridas em quadro ou um retângulo chanfrado indicando a orientação do suporte é uma característica que se apresenta positiva para facilitar a exploração da imagem tátil, bem como a representação da figura humana de perfil e a presença de títulos e legendas na parte superior do suporte. As dimensões mínimas das variáveis gráficas como ponto e linha servem como base para apresentar o relevo em uma representação tátil.

A partir dessas considerações, o próximo capítulo tem o objetivo de levantar informações sobre percepção, cegueira e diretrizes de acessibilidade relacionadas às imagens para que, junto às informações obtidas até então, possam dar início à formulação de um quadro analítico de imagens táteis (*Capítulo 3*), a ser utilizado no estudo analítico apresentado no *Capítulo 5*. Com este estudo será possível identificar a tendência das variáveis gráficas encontradas nas representações táteis.

Capítulo 2 | Percepção, cegueira e diretrizes de acessibilidade

Este capítulo discute características perceptivas, mostrando um panorama sobre a percepção humana, com ênfase na percepção pictórica e tátil. Esses atributos perceptivos, como foram mencionadas na introdução da dissertação, se referem à parte semântica do estudo. Apesar de não ser o foco da pesquisa, viu-se a necessidade de abordar um panorama sobre os processos perceptivos para melhor compreender como a imagem tátil deve ser criada.

Aliados a essas informações, são abordados dados sobre a cegueira no Brasil, justificando a necessidade de pesquisas na área do Design para esse público. É apresentado também um panorama sobre a tecnologia háptica para contextualizar o leitor a respeito do que existe, e que tende a facilitar o acesso às informações disponibilizadas digitalmente. Este capítulo finaliza trazendo diretrizes e recomendações existentes sobre a utilização de imagens táteis em suportes digitais e impressos, enfatizando que este estudo trata da imagem digital estática para ser acessível às pessoas cegas através de impressão em braile ou em relevo.

2.1 Percepção humana

O mundo e todas as coisas são percebidos através dos sentidos (WAY; BARNER, 1997), seja o visual, auditivo, tátil ou gustativo, a percepção possui caráter multissensorial. É através dessa combinação de sentidos que as pessoas com cegueira percebem a vida: ao ouvir os sons das folhas de uma árvore caindo, ao apreciar as frutas, o cheiro das flores e ao sentir a diferença tátil entre a grama e a calçada é possível se orientar no espaço e explorar o mundo.

Segundo Jacobson (1999) cada indivíduo percebe o mundo de maneira diferente. O significado atribuído ao que é percebido através do canal auditivo, tátil, olfativo, e gustativo é individualizado e possui o objetivo de neutralizar a ausência da visão. Estudos afirmam que algumas áreas do córtex visual, em pessoas cegas, de modo geral, são acionadas durante o processamento da informação auditiva, uma forma de compensação sensorial.

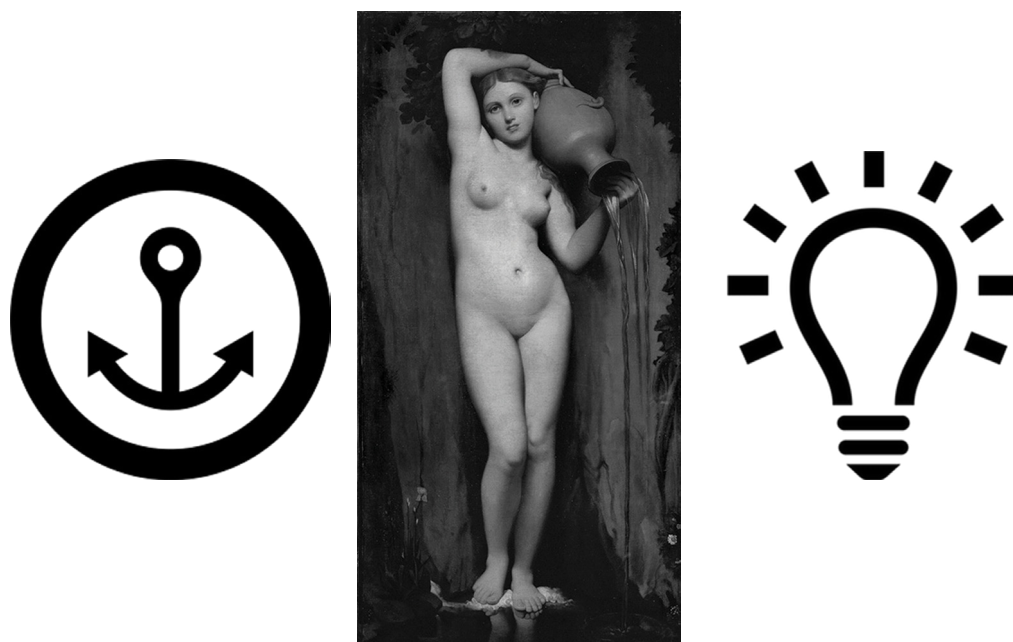
De acordo com Sweller (1988) a sobrecarga de informação pode afetar a capacidade de aprendizado, portanto se a carga cognitiva é reduzida ao mínimo possível, é mais fácil para adquirir novos conhecimentos. Pesquisas recentes a respeito de interações multimodais focam na

associação das modalidades visual e auditiva com a finalidade de reduzir o esforço cognitivo (SWELLER, 1988; SHIMOMURA; THORA, 2010). Segundo Shimomura; Thora (2010) essa combinação de modalidades pode auxiliar as pessoas cegas a explorarem com mais facilidade os recursos informacionais disponibilizados através do computador.

2.2 Percepção pictórica

A percepção pictórica é, de acordo com Arnheim (1969), um modo de organizar os elementos configurantes de uma imagem, como linhas e pontos, com o objetivo de formar um padrão a ser percebido como um todo. Com base na teoria gestaltista, o autor afirma que a base da percepção é fisiológica, podendo ocorrer de três modos. Se é uma representação dependente (e.g. pictograma), necessita de um conhecimento prévio; caso seja uma representação independente (e.g. fotografia) não necessita de um conhecimento prévio, a própria imagem já carrega toda a informação necessária para o entendimento; por fim, a percepção da imagem pode ocorrer por convenção, através de uma representação arbitrária (ex. metáfora visual), conforme *Figura 2.1*.

Figura 2. 1 Exemplos de representação dependente, independente e por convenção, respectivamente.



Fonte: Arnheim (1969), Iconmonstr®.

A informação proveniente de representações gráficas é analisada visualmente de acordo com uma estratégia hierárquica, ou seja, primeiro ocorre a percepção do todo e depois dos elementos constituintes

(BERNAREGGI et al., 2009). Tatilmente, a percepção pictórica possui o mesmo preceito, e se assume como um processo sequencial. Segundo Kurze (1998), a ordem em que os elementos da imagem são explorados é relevante para ajudar no reconhecimento do todo, pois isso pode diminuir interpretações errôneas sobre o conteúdo que está sendo transmitido. De acordo com Jacobson (1999), para a pessoa cega a orientação da leitura é muito importante. As orientações “para cima” e “para baixo” são relativas ao movimento das pontas dos dedos. É importante citar que a utilização de imagens táteis funciona para alguns tipos de informação, principalmente aquelas que apresentam o conteúdo de forma tátil e audível (SHIMOMURA; THORA, 2010).

2.3 Percepção háptica

Ballesteros (1993) distingue a percepção tátil em três modalidades: a *tátil*, propriamente dita, a *sinestésica* e *háptica*.

A *percepção tátil* se refere à informação adquirida através do sentido cutâneo, exclusivamente, onde o receptor permanece estático durante o estímulo. A percepção *sinestésica* se refere à informação concedida pelo movimento dos músculos e tendões. Já a percepção *háptica* é a junção da percepção tátil e cinestésica. É o modo natural da percepção, quando são utilizados os sentidos do tato de maneira ativa e voluntária. Por esse motivo será utilizada a terminologia háptica quando nos referirmos à percepção da imagem através do tato.

Conforme mencionado, a percepção háptica é uma capacidade fisiológica que o sistema sensorio humano possui para explorar, identificar e compreender através de estímulos táteis e cinestésicos, podendo transmitir a maioria das informações percebidas pelo sistema visual (GONCU, 2009; HATWELL, 1993 *apud* GONCU, 2009), e independente dele (BALLESTEROS, 1993). Segundo Way e Barner (1997) o cérebro utiliza o mesmo *framework* para classificar a informação visual ou tátil. Porém, conforme Klatzky e Lederman (1987) o tato não é tão rápido e efetivo quanto o sistema visual, porém pode trazer informações mais apuradas sobre as propriedades físicas dos objetos e sensações táteis, como por exemplo, a consciência sobre a pressão, textura, punção, suavidade, umidade, propriedades térmicas e também de propriedades como formas, arestas, relevo. (HAYWARD et al., 2004).

De acordo com Ulbricht, V. R. et al. (2011) o tato “não fornece a compreensão sintética e global que a visão proporciona”. Esta afirmação pode ser complementada em conformidade com Silva (1999), que expõe que o sentido tátil deve ser estimulado para que a percepção possa favorecer a aquisição da informação, tanto para pessoas cegas quanto àquelas de visão normal. E quanto mais estimulada a percepção tátil, melhor é sua eficiência na aquisição da informação (SILVA, 1999; HUBERT R. DINSE, 2008).

2.4 Dificuldades, problemas e recursos assistivos

Por mais que seja conhecida a caracterização da deficiência visual, e reconhecida a necessidade de materiais didáticos apropriados para esses indivíduos, a criação, bem como a implementação de imagens estáticas em objetos de aprendizagem acessíveis ainda é pouco difundida.

Como é possível uma pessoa cega compreender uma imagem de um objeto de aprendizagem que contém uma representação gráfica que explica as características de uma flor? Ou ainda, de um conteúdo informacional que possui uma representação explicando o funcionamento do sistema circulatório?

Para facilitar o acesso de informações às pessoas com deficiência visual existe a Tecnologia Assistiva (TA) que visa contribuir ou ampliar as práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados por essas pessoas, promovendo vida independente e inclusão (BRASIL, 2006). As informações provenientes dos recursos digitais – particularmente das imagens, neste estudo – são muitas vezes, descritas através do texto verbal (percebido pelo cego através do canal auditivo – através de recursos assistivos como leitores de tela, texto alternativo e a audiodescrição).

O leitor de tela é um *software*, normalmente utilizado por pessoas com deficiência visual, que transmite através do áudio sintetizado a composição dos elementos visuais como textos e caracteres alfanuméricos que aparecem na tela do computador, bem como o que for digitado. Porém, segundo com Stockman e Metatla (2008), uma das desvantagens do leitor de tela é a linearidade. O *software* começa a leitura da tela da parte superior esquerda e segue até o término da página. Isso tende a promover excesso de informação. Outra desvantagem é que o *software* não lê as imagens propriamente ditas, e sim a nomenclatura delas quando são organizadas pelo programador, por exemplo: Imagem 01.jpg. Para que as imagens fossem acessíveis às pessoas cegas, por exemplo, seria necessário um texto alternativo para cada imagem apresentada, que, no momento da leitura de tela, o *software* pudesse, ao invés de ler a nomenclatura da imagem, transmitir ao usuário cego a descrição da mesma⁶.

De acordo com Ulbricht, V. R. et al. (2011), a descrição da imagem precisa ser sucinta, devendo apresentar as informações e funções dos elementos não textuais contidos em uma página da web, ou em materiais impressos que possuem imagens que não estão apresentadas em relevo. O texto alternativo sempre deve estar presente quando uma imagem não decorativa contém informação relevante para o leitor, devendo ser uma frase curta, com no máximo 150 caracteres. Contudo nem sempre essa regra é respeitada (CENTER FOR PERSONS WITH DISABILITIES, 2013).

6 De acordo com palestra de Lucas Radaelli no III Seminário Texto, Imagem e Espaço promovido pelos alunos da pós graduação em Design em Sistemas de Informação, da disciplina de Fundamentos em Design em Sistemas de Informação, UFPR 2013.

A audiodescrição é uma técnica que, de acordo com Ribeiro e Lima (2012), tem como princípio: “descreva o que você vê”. Assim, é uma ferramenta que traduz os elementos imagéticos de qualquer conteúdo visual, em palavras. Não é propriamente uma narração dos elementos que compõem o conteúdo, e sim a transmissão das informações necessárias para que as pessoas cegas possam deduzir, de acordo com seus princípios cognitivos e experiências anteriores, a informação presente em uma imagem, promovendo condições de igualdade de acesso à informação (LIMA et al., 2009). Esta técnica permite que o indivíduo receba a informação contida em uma representação visual ou cena ao mesmo tempo em que esta aparece. Esta estratégia é destinada a pessoas com deficiência visual. A audiodescrição difere-se da tecnologia normalmente utilizada para deficientes auditivos, denominada *closed caption*, a qual transcreve, sob a forma de legendas, o áudio de diversos tipos de mídias (FILHO e MOTTA, 2010).

Outro recurso de acessibilidade utilizado em várias áreas, incluindo a área da saúde, educação, entretenimento, indústria automotiva, telefonia móvel e robótica é, segundo Hayward et al. (2004), a tecnologia háptica. Com esta tecnologia, de acordo com o *IMS – Instructional Management Systems* (2002), é possível reduzir o esforço mental proveniente da percepção de imagens, e o *feedback* resultante da combinação do áudio e tato (ou braille) têm-se mostrado muito eficiente para produzir representações gráficas acessíveis para usuários cegos.

Por conseguinte, o acesso à informação visual presente em meios digitais para as pessoas cegas pode ser realizado através de *softwares* leitores de tela, audiodescrição, texto alternativo e tradução tátil. Em meios impressos, o texto alternativo e a tradução tátil são os mais recorrentes. Apesar dessas técnicas assistivas existirem como apoio à aquisição de conhecimento pelo deficiente visual, a informação presente em imagens, muitas vezes não é acessível, ou seja, esta não apresenta texto alternativo, que tem o propósito de descrever as imagens através de palavras escritas; ou a audiodescrição, que transcreve a informação da imagem em forma de áudio, ou ainda a imagem tátil (através da tecnologia háptica), que tem o poder de representar as características gráficas (linhas e pontos) de uma imagem através do relevo para que possam ser interpretadas através do tato.

À vista disso, o presente estudo concentra-se nas características sintáticas de imagens táteis (provenientes de um repositório de imagens táteis), com o objetivo de identificar as variáveis gráficas necessárias para demonstrar tatilmente a informação presente em uma representação gráfica, para ser inserida em um objeto de aprendizagem acessível.

A seguir será apresentado um aprofundamento do recurso que propõe a adaptação tátil da imagem – tradução háptica.

2.5 Tradução háptica

A proposta da tecnologia háptica é “sentir uma imagem virtual”. De acordo com a diretriz de percepção háptica do *IMS* (2002), esse tipo de percepção permite que as pessoas com deficiência visual compreendam conteúdos representados em uma imagem, da mesma forma em que aqueles que enxergam inferem imagens tridimensionais a partir de imagens bidimensionais.

A imagem pode ser percebida por uma pessoa cega através de interfaces hápticas ou de impressões em relevo. Porém, a acessibilidade de imagens estáticas contidas em objetos de aprendizagem muitas vezes não é atingida devido ao não uso da tecnologia pela falta de recursos financeiros ou ainda por falhas de adaptação de conteúdo.

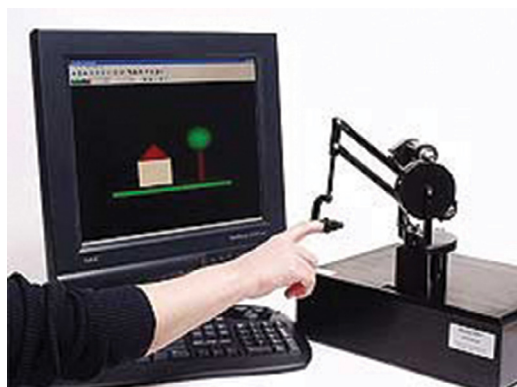
A interface háptica é apoiada por uma visualização de um ambiente virtual onde os usuários podem explorar os objetos virtuais (imagens, gráficos, mapas,) através de um dispositivo (mouse, caneta, luva, etc.). Dessa forma, os usuários são capazes de experimentar simulações de várias características dos objetos e do meio ambiente, tais como massa, dureza, textura, e os campos gravitacionais, através da interação com o dispositivo háptico. (KIM, 2010).

A seguir são apresentados exemplos de interfaces hápticas e processos de saídas para impressão para imagens táteis.

2.5.1. Exemplos de interface háptica

O dispositivo háptico *Phantom*® (*SensAble Technologies*) Figura 2.2, simula o toque em um único ponto de contato através de uma caneta que permite a simulação de contato do dedo indicador com objetos em ambientes virtuais (KIM, 2010).

Figura 2.2 *Phantom* (*SensAble Technologies*)



Fonte: Harris (2014).

O *Cybergrasp* (CyberGlove Systems®), *Figura 2.3*, é um exoesqueleto leve que se encaixa sobre o *CyberGlove* (luva) compondo um dispositivo háptico que possui um sistema de feedback de força em cada dedo, diferentemente do *Phantom*. O *Cybergrasp* habilita o usuário a sentir o tamanho dos objetos e identificar suas formas em um ambiente virtual (PETRIDOU et al., 2011).

Figura 2.3 *Cybergrasp* (CyberGlove Systems®)



Fonte: Inition (2014).

De acordo com Kurze (1998), a saída da informação de modo tátil é uma alternativa nova e de baixo custo para apoiar as pessoas cegas no momento de exploração de conteúdo imagético. Para que isso ocorra, é necessário um sistema de orientação adequada no dispositivo (computador), associado a uma impressora tátil, para aumentar as alternativas de acesso à informação e facilitar a percepção de imagens pelas pessoas cegas.

2.5.2. Exemplos de saída para a impressão

A *Tiger Embosser*® (*Figura 2.4*) é uma impressora em relevo que possibilita a impressão de texto em braille e também de imagens. A impressão dos pontos pode ser configurada para que fiquem muito próximos, aproximando-se de uma linha contínua em relevo (POWER; JURGENSEN, 2009).

Figura 2.4 *Tiger Embosser*®



Fonte: Infogrip (2014).

A impressora braile é um equipamento capaz de imprimir em pontos em relevo (código braile) a partir de um documento digital (*Figura 2.5*). Já a impressora braile e à tinta (*Figura 2.6*) tem a capacidade de imprimir e reproduzir texto e imagem de forma visual e tátil, transcrevendo materiais destinados às pessoas cegas e de baixa visão (AMUSP, 2010).

Figura 2. 5 Impressora braile



Fonte: Prefeitura de Mogi das Cruzes (2014).

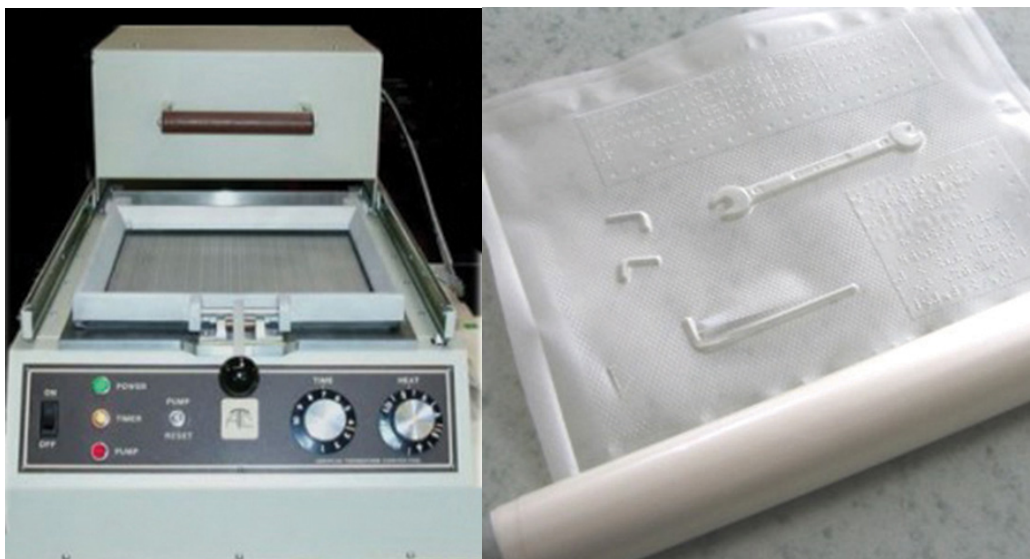
Figura 2. 6 Impressora braile e à tinta



Fonte: Amusp (2010).

A impressora *Thermoform EZ-FORM* tem a finalidade de fazer cópias de originais em braile. Esse equipamento funciona com material plástico (*Figura 2.7*).

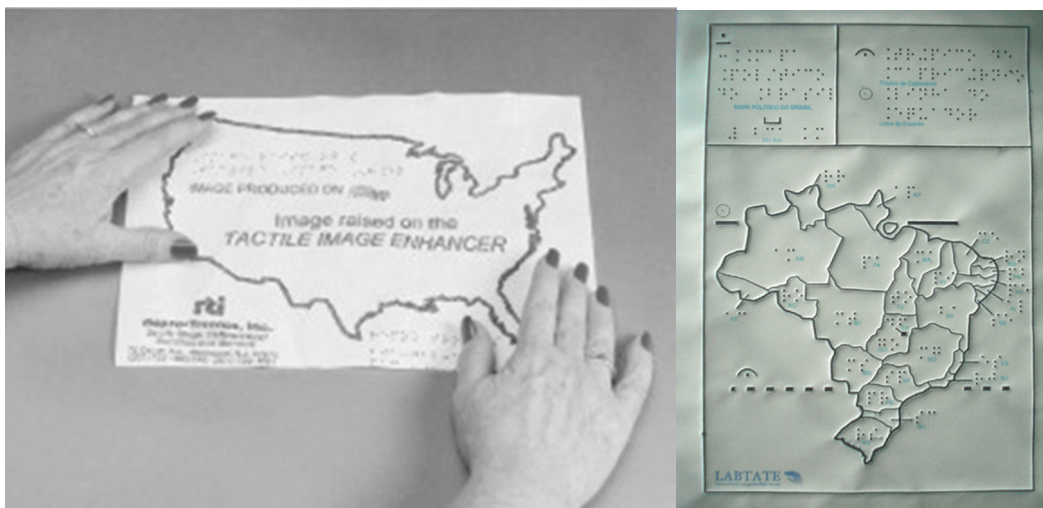
Figura 2.7 Thermoform EZ-FORM e material plástico (Papel Brailon 290 mm)



Fonte: Bengala Branca Importação e Comércio Ltda. (2014).

Existe também o papel micro capsulado para impressão térmica em relevo. Ele funciona com impressora a *laser* ou *Xerox* e, após impresso, deve ser submetido à uma máquina aquecedora especial para então ficar em relevo (*Figura 2.8*).

Figura 2.8 Papel micro capsulado



Fonte: Labtate (2010) e Bengala Branca Importação e Comércio Ltda. (2014).

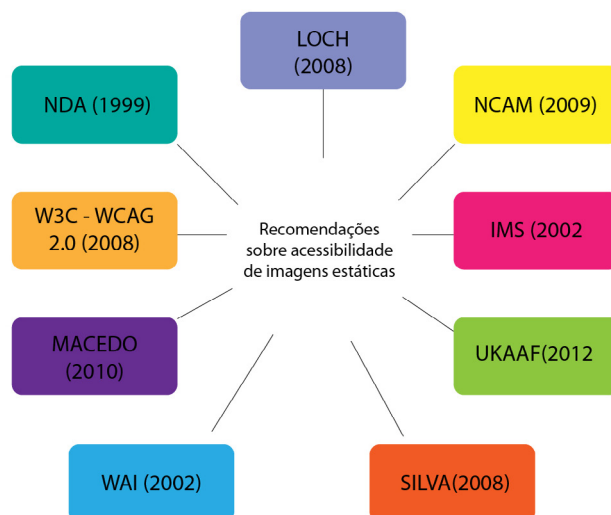
2.6 Normas e diretrizes – Acessibilidade de imagens

Características de acessibilidade de recursos digitais estão descritas em consórcios, institutos, centros e associações, nos mais diversos países. Porém, de acordo com revisão de literatura realizada em março de 2013, não existe uma compilação de recomendações e/ou diretrizes de acessibilidade de imagens estáticas, particularmente sobre a sintaxe gráfica de imagens em relevo.

Para verificar os princípios de acessibilidade de imagens estáticas, foram selecionadas para compilação de dados, as diretrizes do *NDA* (1999), *IMS* (2002), *WAI* (2002), *W3C – WCAG* (2008), *NCAM* (2009), *UKAAF* (2012)⁷, visto que esses consórcios contêm diretrizes globais de acessibilidade de conteúdo *on-line* e, por conseguinte em objetos de aprendizagem digitais. Para complementar estas recomendações, foram pesquisadas as diretrizes de criação de objetos de aprendizagem acessíveis, propostas por *MACEDO* (2010). As recomendações vindas da cartografia (LOCH, 2008) e de *Silva*(2008) mencionadas no *Capítulo 1*, também foram referenciadas.

Sendo assim, foi elaborado um diagrama contendo os consórcios mencionados (*Figura 2.9*) e as diretrizes relacionadas ao conteúdo não textual estático – imagens – associadas às recomendações vindas da cartografia tátil (LOCH, 2008) e modelo do cânone egípcio (SILVA, 2008). O diagrama completo das diretrizes pode ser consultado no *Apêndice A*.

Figura 2.9 Consórcios selecionados para servirem como referência para a escolha de recomendações sobre acessibilidade de imagens estáticas



Fonte: A autora.

⁷ *NDA* – National Disability Authority (1999); *IMS* – Instructional Management Systems (2002); *WAI* e *WAG1.0 Web Accessibility Guidelines 1.0* (2002); *W3C* – World Wide Web Consortium; *WCAG* – Web Content Accessibility Guidelines (2008); *NCAM* – National Center for Accessible Media (2009); *UKAAF* – UK Association for Accessible Formats (2012).

A partir dos consórcios apresentados no diagrama, foram selecionadas as diretrizes que possuem relação com a acessibilidade de imagens, tanto para imagens táteis digitais quanto impressas. Essas diretrizes foram compiladas em uma lista de recomendações de acessibilidade de imagens estáticas, para fundamentar as escolhas do estudo em questão (*Apêndice B*).

A partir do levantamento realizado, foram selecionadas as recomendações de acessibilidade de representações digitais, que podem ser aplicadas às imagens impressas e em relevo.

- As informações representadas através imagens **devem** apresentar a mesma informação em canal não visual, seja auditivo e/ou tátil, através de texto equivalente em braile ou áudio (*IMS*, 2002; *W3C–WCAG 2.0*, 2008; *WAI*, 2002; *MACEDO*, 2010; *NCAM*, 2009; *NDA*, 1999);
- As imagens **devem** ser ampliáveis e imprimíveis através de imagens táteis ou modelos 3D (*MACEDO*, 2010; *NCAM*, 2009);
- Apresentar uma breve orientação textual sobre o *layout* (*NCAM*, 2009);
- Garantir que as informações não se baseiem na percepção de cores, apresentando monocromia e alto contraste (*MACEDO*, 2010; *NDA*, 1999);
- As imagens devem ser simples, sem sobreposição, bidimensionais dispondo de contornos fechados e definidos (*MACEDO*, 2010).

2.7 Sumarização e perspectivas

Este capítulo abordou os aspectos da percepção tátil e pictórica com o objetivo de conhecer como acontece o processo perceptivo humano, identificando através de vários autores, as características que estimulam a percepção e auxiliam no seu desenvolvimento.

Foram apresentados conceitos sobre deficiência visual e cegueira; a sua ocorrência no Brasil, com ênfase no estado do Paraná, por ser o local a ser realizado. Foi percorrido um panorama sobre as dificuldades e problemas encontrados, por pessoas com cegueira, em relação ao acesso à informação proveniente de imagens disponibilizadas em meio digital e impresso, com enfoque em recursos assistivos, como leitores de tela, texto alternativo, audiodescrição, dispositivos hápticos e impressoras em relevo.

Com o estudo apresentado é possível associar a sintaxe gráfica das imagens ao processo perceptivo, com o objetivo de explicar as variáveis gráficas que uma representação tátil deve possuir para ser perceptível a uma pessoa cega. É possível afirmar, segundo Bernareggi et al. (2009), que a percepção háptica possui algumas limitações de reconhecimento de detalhes de uma representação gráfica. Isso justifica que a criação de uma

imagem tátil simplificada é indispensável para sua reprodução em relevo (WAY, T. P.; BARNER, K. E. 1997). Para fundamentar as escolhas de criação dessa imagem tátil, foram selecionadas recomendações de acessibilidade de conteúdo digital e impresso. Essas recomendações são o alicerce para a concretização das próximas etapas da pesquisa.

O próximo capítulo apresenta o quadro analítico proposto para a sintaxe gráfica de imagens táteis, desenvolvido a partir da fundamentação teórica apresentada.

Capítulo 3 | Quadro analítico proposto para a sintaxe gráfica de imagens táteis

Este capítulo apresenta o quadro analítico proposto para auxiliar o estudo analítico das *Etapas 1 e 2* da pesquisa. Este foi desenvolvido a partir dos resultados do estudo realizado por Adam e Macedo (2013) que compreendeu na análise de 8 imagens táteis de objetos de aprendizagem pertencentes ao Portal do Professor – MEC (BRASIL, 2013) voltados ao ensino de ciências naturais, com a finalidade de observar as características de acessibilidade existentes e compará-las com o repositório de imagens táteis *TGIL - Tactile Graphic Image Library* (APH, 2013).

3.1 Revisão de literatura

O Portal do Professor (MEC) possui uma coleção de objetos de aprendizagem, que contém imagens táteis, e que podem ser utilizados por professores em suas aulas. Porém, infelizmente algumas imagens carecem de acessibilidade, ou seja, não possuem forma alternativa para a percepção da informação da representação gráfica, conforme identificado por Adam e Macedo (2013).

O estudo consistiu na análise gráfica de 4 imagens visuais de objetos de aprendizagem de Ciências Naturais disponibilizados pelo Portal do Professor – MEC (BRASIL, 2013) e 4 imagens táteis referentes aos objetos de aprendizagem do repositório de imagens táteis *TGIL - Tactile Graphic Image Library* (APH, 2013).

Para identificar as características gráficas das imagens, um protocolo de análise foi desenvolvido a partir de requisitos de acessibilidade de imagens estáticas propostos por Macedo (2010) e as variáveis visuais de Bertin (1986) complementadas pelos elementos morfológicos primitivos estabelecidos por Horn (1998).

De acordo com o estudo, é possível observar que a tendência das representações inseridas em objetos de aprendizagem de Ciências Naturais do Portal do Professor – MEC (BRASIL, 2013) é ser de alto contraste, porém não escalonáveis, contradizendo as recomendações propostas por Macedo (2010). Características como espessura de linhas tendem a ser elementos diferenciadores que compõem a imagem (HORN, 1998). Já o texto que acompanha a representação possui a finalidade de rótulo (ENGELHARDT, 2002).


De outro modo, as imagens táteis do repositório *TGIL* (APH, 2013) possuem espaço entre formas, espessura de linhas como característica diferenciadora, monocromia, alto contraste e a possibilidade de serem ampliáveis, assim em conformidade com as recomendações de acessibilidade de imagens estáticas propostas por Macedo (2010). O bloco de texto em braile, como rótulo, foi apontado em mais ocasiões, porém, isso não garante a percepção tátil da informação, visto que a disposição do braile está em duas a três linhas curtas. Este fator tende a dificultar a leitura, já que a esta é realizada letra a letra e não pelo reconhecimento de palavras completas (MARTÍN e RAMIREZ, 2003).

Apesar das imagens táteis apresentarem maior número de características gráficas de acessibilidade para pessoas com deficiência visual, isso não as tornam acessíveis por completo, quando a disposição das informações textuais (braile) é mantida. Isso invalida a acessibilidade, visto que a leitura em braile é feita da esquerda para a direita em uma linha contínua. A quebra de informações de rótulo, em duas linhas e centralizada, tende a aumentar o esforço cognitivo para compreensão da informação e a leitura tátil pode não ser realizada com eficiência.

3.2 Quadro analítico inicial

A partir do que foi apresentado no estudo de Adam e Macedo (2013) e com base na fundamentação teórica apresentada nos *Capítulos 1 e 2*, foi elaborado um **quadro analítico inicial** (*Quadro 3.1*) para a análise gráfica das imagens estáticas e táteis pertencentes ao banco de imagens *TGIL* (APH, 2013), com a finalidade de descrever as variáveis gráficas dessas imagens táteis.

Quadro 3.1 Quadro analítico inicial - análise de imagens táteis

Imagem nº			
<i>Especificações técnicas</i>			
		Assunto: Dimensões: Plano:	
<i>Variáveis de representação</i>		<i>Características de acessibilidade</i>	
Linha		Contornos fechados e definidos	
• Diferentes espessuras			
• Tracejadas			
• Pontilhadas			
Formas		Simplificadas	
		Sem sobreposição	
• Espaço entre formas		Bidimensional	
<i>Elementos simbólicos</i>			
• Ponto			
• Seta			
• Traço			
• Pontilhado			
<i>Elementos configurantes</i>			
Escala		Escalonável	
		Apresenta indicação de escala	
Orientação		Apresenta orientação de leitura	
• Horizontal			
• Vertical			
• Diagonal			
Proporção		Apresenta referente	
<i>Elementos enfáticos</i>			
Valor (relevo)			
Textura			
Cor		Visualização monocromática	
		Alto contraste	
Tamanho		Até dois palmos (exploração tátil)	
• Elementos grandes			
• Elementos pequenos (menores que o braile)			
<i>Texto em braile</i>			
Como complemento ou ancoragem			
• Palavra		Em uma única linha	
• Frases		Em uma única linha	
• Sentença		Em uma única linha	
• Blocos de texto			
• Elemento de ligação texto-imagem			
• Modelo de cânone egípcio			

Fonte: A autora.

Para compor este quadro analítico inicial foram selecionadas variáveis gráficas a respeito das características das representações. Foram estabelecidas três divisões gerais para a classificação:

- Atributos visuais (espaciais e de preenchimento)
- Relação entre texto e imagem (função de complemento e ancoragem)
- Elementos de lincagem (elementos que relacionam informações textuais e gráficas)

Essas variáveis gráficas, localizadas na primeira coluna, foram associadas às características de acessibilidade de imagens e modelo de cânone egípcio com o intuito de servirem para a caracterização das imagens táteis da amostra do estudo analítico. O *Quadro 3.2* sumariza as características gráficas e seus respectivos autores.

Quadro 3.2 Panorama das variáveis gráficas utilizadas para o estudo analítico

Características gráficas	Autores
Atributos visuais	Horn (1998); Engelhardt (2002)
Elementos primitivos	Horn (1998); Silva (2008)
Variáveis visuais	Bertin (1986); Silva (2008)
Relação texto-imagem	Barthes (1964); Bassy (1974)
Modelo de análise	Spinillo (2000)
Recomendações da cartografia	Loch (2008)
Modelo do Cânone Egípcio	Silva (2008)
Acessibilidade	Macedo (2010); Silva (2008); NDA (1999); IMS (2002); WAI (2002); W3C – WCAG (2008); NCAM (2009); UKAAF (2012)

Fonte: A autora.

Os atributos visuais das imagens táteis foram fragmentados em dois aspectos: espaciais e de preenchimento, em que as características gráficas propostas por Horn (1998) e Engelhardt (2002) foram associadas - o ponto, a espessura, tipo da linha (cheia, tracejada, pontilhada), espaço entre formas, variação cromática e textura. A função semântica (relação texto-imagem) está fundamentada de acordo com Barthes (1964) e Bassy (1974), apresentando duas formas de disposição de texto: como complemento ou ancoragem. Os elementos de lincagem, como ponto localizador, linha e superfície localizadoras, separador ou container estão apresentados fazendo referência a Horn (1998) e Engelhardt (2002). Já as características de acessibilidade selecionadas na literatura (*Capítulo 2*) se relacionam aos atributos visuais, fazendo com que o preenchimento do quadro apresente esta relação entre conceitos.

Este quadro analítico foi aplicado na amostra composta por 42 imagens táteis (*Apêndice E*), porém foi revisto, já que a organização das variáveis gráficas tornara-se complexa, não compilando as informações de modo a facilitar a compreensão da sintaxe gráfica de imagens em relevo.

3.3 Revisão do quadro analítico

Com base nas colocações anteriores, um novo quadro foi estruturado (*Quadro 3.3*) tendo como fundamento a literatura apresentada e a organização proposta por Spinillo (2000), em que dispõe os aspectos gráficos da representação gráfica de acordo com 8 variáveis gráficas, conforme apresentado no *Capítulo 1*. A partir dessas informações foram feitas alterações de hierarquia da informação e também de adição e exclusão de variáveis gráficas. A seguir são apresentadas diferenças pontuais entre os dois quadros.

As três linhas iniciais do quadro, comportam a apresentação da imagem: um espaço para inserir a representação e na coluna seguinte, o assunto que a imagem trata, bem como as dimensões e o plano que a imagem se encontra.

Houve alteração na segunda coluna, visto que a indicação das dimensões da imagem no plano, por se tratar de ilustrações de biologia, não se mostram relevantes. A indicação de plano também foi excluída, pois está subentendido que as imagens em relevo se apresentam no plano bidimensional.

A primeira coluna foi mantida com o “**Nível das variáveis**”, acrescida dos níveis informacionais principais: **Nível 1 – Imagens** e **Nível 2 – Relação imagem e texto**, e subníveis correspondentes; e a segunda com a “**Descrição/ variação da variável**”, com espaço para inserir as características gráficas das variáveis. Entretanto, a segunda coluna “Características de acessibilidade” foi excluída, pois as características de acessibilidade estão implícitas nas variáveis gráficas que compõem os níveis e subníveis propostos. Esta coluna foi atribuída para a descrição e possível variação gráfica das variáveis, ou seja, caso a linha esteja presente na ilustração, qual é a variação que ela apresenta - pontilhada, tracejada, etc.

O subnível “**Variáveis de representação**”, apresentado no quadro inicial, comporta a linha, suas variantes - diferentes espessuras, tracejada e pontilhada - e “formas”) algumas alterações foram pontuadas: as variáveis “**formas**” e “**espaço entre formas**” foram excluídas, visto que neste estudo é retratado apenas imagens de biologia, com formas diversificadas e orgânicas; a variável “**linha**” foi mantida e suas variantes foram excluídas, já que são características específicas presentes em cada ilustração, devem constar na segunda coluna. Já a variável “**ponto**” foi adicionada, fazendo referência ao braille, visto que pode ser um elemento que compõe as imagens táteis. Estes dois elementos constituem o subnível denominado, no quadro analítico proposto, “**Componentes gráficos**”.

Os “**elementos simbólicos**”, no quadro analítico inicial, são compostos pelo ponto, seta, traço e pontilhado. Esses elementos apresentaram-se confusos e foram substituídos pelas **marcas semânticas**, que podem indicar linhas, setas, marcas de proibições, complementando através de metáforas, algum significado conforme o repertório do leitor.

Os “**elementos configurantes**” definidos no quadro inicial como os elementos que indicam a escala, orientação e a proporção da imagem, foram excluídos, visto que no estudo analítico realizado, essas informações apesar de serem consideradas relevantes sob a ótica da literatura, não estão presentes nas imagens em relevo do TGIL (APHB,2013).

Os “**elementos enfáticos**”, indicados pelo valor (relevo), textura, cor, tamanho (elementos grandes e pequenos) também se apresentaram confusos e foram substituídos pelo ponto, linha, seta, contraste figura-fundo e textura/preenchimento. O **valor** foi considerado desnecessário já que as imagens táteis tratadas nesta pesquisa são em relevo. A variável **textura** foi complementada com a variável **preenchimento**, podendo ser definida pela presença de algum padrão gráfico apresentado em relevo. A cor foi substituída pelo **contraste figura-fundo**, visto que este é mais importante do que a variação cromática (GIBSON, 1962). O tamanho dos elementos foi uma variável considerada ambígua, pois depende do conceito do que é considerado pequeno ou grande, logo foi excluída.

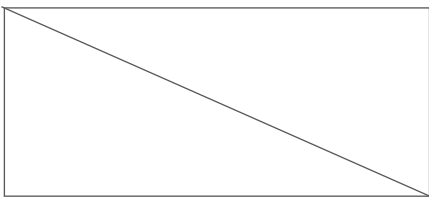
Ainda no **Nível 1 – Imagens** foram adicionados dois subníveis. O subnível “**completude**” faz referência ao tipo de representação, completa ou parcial. E o subnível “**vistas**” refere-se ao tipo de vista em que a imagem está representada – frontal, superior, inferior, lateral ou seccionada.

O subnível definido como “**Texto em braile**” que apresenta as variáveis “palavra, frases, sentença blocos de texto, elementos de ligação texto-imagem e modelo do cânone egípcio”, por serem genéricos e passíveis de muitas interpretações, foram substituídos pelos subníveis “**Apresentação**” e “**Elementos de ligação/separação**”, inseridos em um segundo nível: “**Nível 2 – Relação imagem e texto**”.

De acordo com esta classificação, a **apresentação do texto** pode ser feita através de título, rótulo, legenda ou texto corrido/bloco de texto independente se for através de frase, palavras ou sentenças, podendo tanto complementar quando ancorar uma informação à imagem. Já em relação aos **elementos de ligação** entre texto-imagem foram acrescidas as variáveis linha, box, espaço e números/letras. Informações sobre o modelo do cânone egípcio foram excluídas com base no estudo analítico realizado.

A seguir é apresentado o quadro analítico proposto conforme as alterações mencionadas anteriormente.

Quadro 3.3 Quadro analítico proposto.

Amostra Nº	
	Identificação da imagem/título
Níveis das variáveis	Descrição/variação
Nível 1 – Imagens	
<i>Componentes gráficos</i>	
Ponto	
Linha	
<i>Elementos de orientação</i>	
Números/ letras	
Setas	
<i>Elementos simbólicos</i>	
Setas	
Linhas	
Marcas semânticas	
<i>Elementos enfáticos</i>	
Ponto	
Linhas	
Seta	
Contraste figura-fundo	
Textura/Preenchimento	
<i>Compleitude</i>	
Representação parcial	
Representação completa	
<i>Vistas</i>	
Frontal	
Superior	
Inferior	
Lateral	
Seccionada	
Nível 2 – Relação imagem e texto	
<i>Apresentação</i>	
Título	
Rótulo	
Legenda	
Texto corrido/Bloco de texto	
<i>Elementos de ligação /separação</i>	
Linha	
Box	
Espaço	
Números/letras	

Fonte: A autora.

A seguir é apresentado o detalhamento dos níveis e das variáveis gráficas do quadro analítico.

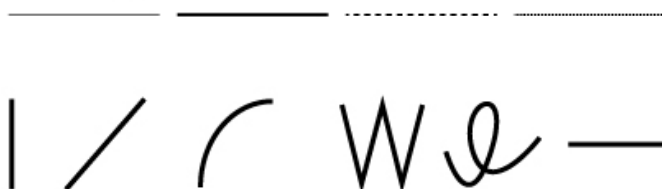
3.3.1. Nível 1 – Imagem

Os componentes gráficos que compõem a imagem tátil são, essencialmente, linhas e pontos (HORN, 1998). A linha (sequência de pontos) é uma variável gráfica essencial para a composição de imagens táteis. De acordo com Duarte (2004) *apud* Kennedy (1993), tanto as pessoas cegas quanto as videntes têm a capacidade perceptiva de identificar a linha de contorno/bordas de um objeto. Estes elementos podem variar de acordo com tamanho, tipo e espessura. Conforme estudos de Loch (2008), em representações táteis o ponto pode variar de 0,2 cm à 1,2 cm de diâmetro. Já a linha pode apresentar tipos distintos, sendo pontilhada, tracejada, cheia, espiralada, podendo apresentar angulações diferenciadas: vertical, horizontal, diagonal, curva etc. e diferentes espessuras. (HORN, 1998). A *Figura 3.1*, *Figura 3.2* ilustram esses elementos.

Figura 3. 1 Variação de dimensão do ponto



Figura 3. 2 Variação de espessura, tipo e angulação da linha.



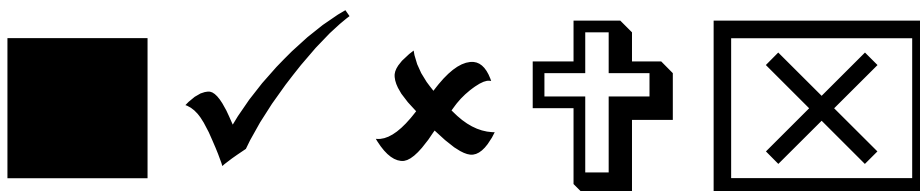
A **orientação** de leitura pode ser inferida de acordo com leitura ocidental, da esquerda para a direita e de cima para baixo. Logo, os elementos de orientação (ENGELHARDT, 2002) podem ser representados por números e/ou letras (*Figura 3.3*) através de legenda ou rótulo ou por setas (*Figura 3.4*), possuindo a função de conduzir a leitura da imagem tátil.

Figura 3. 3 Números e letras



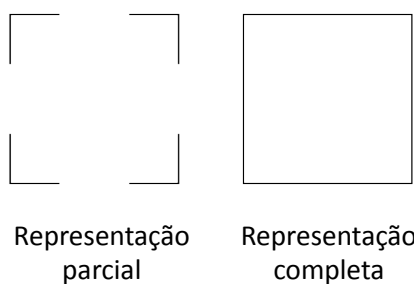
Figura 3.4 Setas

Já os **elementos simbólicos** são convenções gráficas que podem representar ações, proibições, ou ainda representar elementos preestabelecidos culturalmente. As linhas e setas podem indicar, conforme Horn (1998), direção, movimento, fluxo ou lincagem. Já as marcas semânticas (Figura 3.5) podem indicar proibições, complementar e auxiliar metaforicamente algum significado de acordo com o repertório do leitor (AZEVEDO, 2006; SPINILLO, AZEVEDO & BENEVIDES, 2004).

Figura 3.5 Marcas semânticas

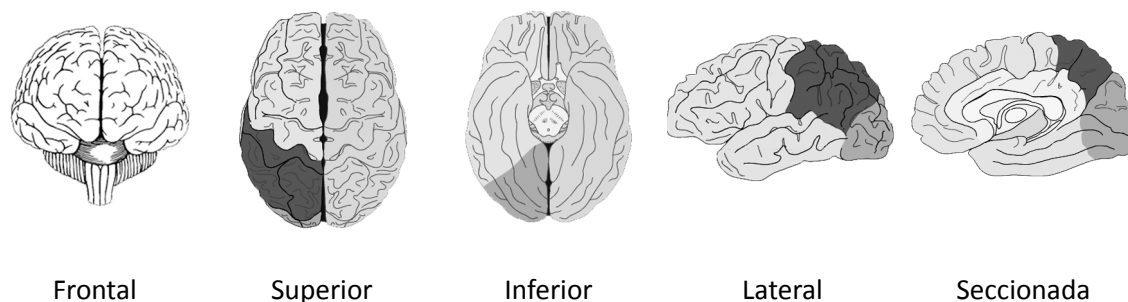
Os **elementos enfáticos**, por sua vez, têm o objetivo de destacar através de elementos gráficos (como ponto, linha, seta, textura, cor ou relevo) algum aspecto da representação gráfica (BERTIN, 1986; HORN, 1998; SPINILLO, 2000).

A **completude** (Figura 3.6) faz referência à unidade da representação gráfica, ou seja, se está representada de maneira parcial ou completa (SPINILLO, 2000).

Figura 3.6 Completude da representação gráfica.

A última variável do nível das imagens diz respeito ao tipo de **vista** que a representação tátil possui, podendo ser frontal, superior, inferior, lateral ou seccionada. (SILVA, 2008), Conforme exemplificado na Figura 3.7.

Figura 3.7 Vistas da representação gráfica de um cérebro



3.3.2. Nível 2 – Relação texto-imagem

O **texto** pode estar apresentado como título, rótulo, legenda ou bloco de texto (SPINILLO, 2000). Sua relação com a imagem pode ser de complemento ou ancoragem. Para que ocorra esta relação existem os **elementos de lincagem/separação** que, por sua vez, unem o texto à imagem através de variáveis gráficas como: linhas, setas, *box*, espaço, números/ letras (ENGELHARDT, 2002), conforme mencionado no *Capítulo 1*.

Por fim, o quadro analítico (*Apêndice D*) foi aplicado a cada imagem da amostra, presente no *Apêndice E*. Os resultados são apresentados no *Capítulo 5*.

O próximo capítulo relata os procedimentos metodológicos do estudo sobre a sintaxe gráfica de imagens táteis.

3.4 Posicionamento diante às teorias apresentadas

Diante dos capítulos apresentados até o momento, a seguir é exposto um posicionamento da pesquisadora a respeito da fundamentação teórica sobre linguagem e representação gráfica; e diretrizes de acessibilidade.

De acordo com o que foi encontrado na literatura é possível inferir que existem poucos estudos que abordam a linguagem gráfica tátil. Partindo da conceituação de linguagem, Twyman (1985) menciona uma estrutura de linguagem gráfica e não-gráfica somente através dos canais aural e visual. Até então, a representação gráfica tátil não era considerada um modo de linguagem. Aproximadamente 15 anos mais tarde, complementando seu estudo, Spinillo (2001) adicionou o canal tátil à estrutura, e dessa forma, foi estabelecido que é possível transmitir informações gráficas e não-gráficas através do canal tátil. Partindo dessa premissa, o objeto de estudo em questão foi identificado: representação gráfica pictórica e tátil.

A representação gráfica, em geral, é formada por elementos gráficos básicos, como o ponto, a linha e elementos caracterizadores, como textura, cor, tamanho, por exemplo, conforme mencionam, através de nomenclaturas distintas, Bertin (1986), Arheim (1992), Horn (1998), Engelhardt (2002), Dondis (2007). Foram apresentadas abordagens de vários autores com o intuito de chegar a um senso comum em relação à conceituação e às terminologias utilizadas sobre a sintaxe gráfica da representação, e assim, foi possível “uniformizar” as nomenclaturas dos termos relacionados às variáveis gráficas para auxiliar na composição do quadro analítico proposto, entretanto, como os autores citados acima pertencem a áreas distintas, com conhecimentos específicos diferentes, encontrou-se certa dificuldade em relacionar os conceitos que cada um apresenta. Alguns focam em elementos gráficos que constituem uma imagem, outros focam nesses elementos aplicados a um tema específico (cartografia); na relação entre imagem e texto apresentada em gráficos, diagramas e tabelas (design da informação); entre outros. Diferentes pontos de vista sobre um assunto correlato são importantes para ampliar o conhecimento, porém notou-se carência em estudos com enfoque na sintaxe gráfica tátil.

Loch (2008) com base em Bertin (1986) encontrou a necessidade de estudar sobre a sintaxe gráfica tátil, e propôs um quadro com as variáveis gráficas táteis. Estabeleceu dimensões mínimas para o ponto e a linha, indicou as variações de linha e texturas diferenciadas como variáveis relevantes para a percepção tátil. Porém, como a autora trata dessas variáveis aplicadas aos mapas táteis, abordou apenas aquelas relevantes para tal. A variável “volume” da representação, por exemplo, é apresentada através de dois tipos de vista, a de perfil e topo, porém se aplicado em representações táteis em geral, acredita-se que necessário abordar esta questão em uma variável distinta, para informar, por exemplo, a configuração da imagem. A partir dessa breve análise, encontrou-se a necessidade de ampliar os objetivos e conceitos das variáveis gráficas táteis, adaptando a sintaxe gráfica visual para a tátil.

Apesar da diversidade de estudos sobre a sintaxe gráfica, não há apontamentos de que as variáveis gráficas visuais podem também servir para imagens táteis, exceto pela pesquisa de Loch(2008).A relação texto e imagem, no caso o braille e a representação tátil, é superficialmente abordada. Pesquisas de Loch(2008) e Silva (2008) mencionam a presença de título e legenda, porém como este se configura na representação tátil é pouco inferido. O posicionamento em alguns casos é adverso, ou seja, alguns dizem que a legenda deve estar na parte superior da imagem, outros dizem inferior ou lateral. Ainda essas autoras mencionam algumas diretrizes de acessibilidade para a apresentação das imagens, como por exemplo, elementos gráficos que limitam o espaço a ser explorado, como um retângulo com o canto direito chanfrado para indicar a orientação do suporte; indicação da orientação espacial e escala; homem como instrumento de medida e representações da figura humana pelas vistas lateral e frontal. Apesar de essas diretrizes existirem, na amostra de imagens apresentada neste estudo (Apêndice E) foram encontradas poucas inferências a essas recomendações.

As teorias sobre a sintaxe gráfica e tátil levantadas nesta pesquisa foram aliadas às diretrizes de acessibilidade propostas por consórcios internacionais (NDA,1999; IMS,2002; WAI, 2002; W3C – WCAG, 2008; NCAM,2009; UKAAF,2012) e também Macedo (2010), que apresentam recomendações globais de acessibilidade de conteúdo on-line, objetos de aprendizagem digitais e por conseguinte, imagens acessíveis.

Apesar de existirem várias recomendações, foi possível inferir que a apresentação de imagens táteis, muitas vezes, não contém as características necessárias, conforme indicam as diretrizes estudadas (vide item 5.4).

Portanto, a partir da literatura apresentada nos dois capítulos iniciais desta pesquisa, é possível inferir que a sintaxe gráfica tátil ainda é pouco explorada e que a sintaxe gráfica visual apresenta aspectos gráficos que podem ser adaptados para o modo tátil.

Capítulo 4 | Métodos da pesquisa

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa, com o intuito de elevar o conhecimento sobre a sintaxe gráfica da imagem tátil impressa, em objetos de aprendizagem, para pessoas cegas.

Os métodos de pesquisa aplicados nesta dissertação são constituídos por duas etapas. A **Etapla 1**, constituída pelo estudo analítico; e a **Etapla 2**, que relata o estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto composta por *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevista semiestruturada – técnicas de coleta de dados a serem aplicadas com desenvolvedores de objetos de aprendizagem/ilustração, com conhecimento em desenvolvimento de imagens; e educadores com expertise no ensino às pessoas cegas.

4.1 Caracterização da pesquisa

Segundo Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa apresenta caracterização **indutiva**, através de uma conexão ascendente em que “a aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias”; **qualitativa**, envolvendo a observação intensiva, interpretando e analisando dados com o objetivo de gerar medidas confiáveis que permitam, futuramente, uma análise estatística. (MARCONI e LAKATOS, 2003; MORESI, 2003)

À vista disso, e conforme mencionado no capítulo introdutório, a pesquisa proposta é de natureza teórico-analítica composta por revisão bibliográfica, estudo analítico, *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevistas semiestruturadas com a finalidade de obter conclusões que atendam aos fins propostos.

4.2 Procedimentos metodológicos

Neste item são apresentadas as etapas que compõem a pesquisa. Cada etapa está relacionada a um ou mais objetivos específicos apresentados, sendo imprescindíveis para chegar aos resultados almejados.

Etapla 1: Compreende em um estudo analítico, com o intuito de analisar graficamente imagens táteis encontradas em um repositório de

imagens em relevo para objetos de aprendizagem. A análise foi realizada de acordo com um quadro (*Apêndice C*) formulado a partir das recomendações de autores citados nos *Capítulos 1 e 2*.

Etapas 2: Compreende em um estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto, composto por três técnicas de coleta de dados. *Card sorting*, que corresponde a organização hierárquica de variáveis gráficas da representação tátil; estudo analítico por júri, através de observação sistemática da amostra, com base nas diretrizes selecionadas nos *Capítulos 1 e 2*; e por fim, uma entrevista semiestruturada com os participantes a respeito das variáveis gráficas encontradas a partir das técnicas anteriores, com o objetivo de verificar a pertinência delas em relação à percepção da imagem tátil pela pessoa cega.

4.3 Etapas 1: Estudo analítico

O estudo analítico tem o objetivo de observar de forma sistemática um fenômeno ou fato específico, decompondo o todo em partes para serem analisadas meticulosamente com o intuito de gerar uma síntese do assunto abordado (MARCONI, M.A. e LAKATOS, 1988). Deste modo, pretende-se com esse estudo identificar as variáveis gráficas de representações figurativas táteis impressas de objetos de aprendizagem digitais para pessoas cegas.

4.3.1. Amostra

A amostra, de acordo com Marconi e Lakatos (1988) é uma parcela de um universo convenientemente selecionada. Neste estudo, ela é composta por representações figurativas táteis sobre anatomia humana, extraídas do banco de imagens táteis *TGIL – Tactile Graphic Image Library – American Printing House for the Blind* (APH, 2013). Foi selecionado este repositório por se referir a imagens criadas para serem impressas em relevo e estas serem de mais fácil acesso pelo pesquisador. Apesar do repositório possuir conteúdo acessível, o acesso a ele carece de acessibilidade para pessoas que dele necessitam.

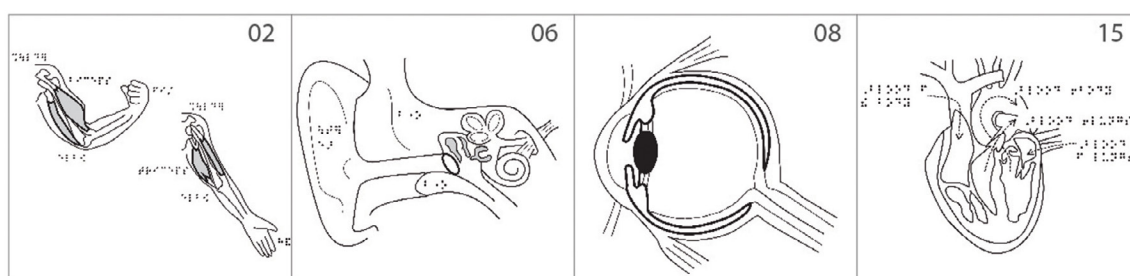
Neste repositório de imagens táteis, foi encontrado um total de 746 imagens táteis, constituído por representações figurativas, diagramas, mapas e esquemas visuais conforme apresentado no *Quadro 4.1*.

Quadro 4.1 Quantidade de imagens táteis do repositório TGIL

Grupo	Quantidade
Artes	6
Atividades e Jogos	28
Dia-a-dia	44
Matemática	176
Estudos sociais	152
Música	12
Orientação e mobilidade	9
Religião	5
Biologia e corpo humano	302
Veículos	12
TOTAL	746

Busca realizada em: 22 jan. 2014.

A partir desse contexto, da entrevista de sondagem realizada (mencionado na introdução), o grupo de maior quantidade de imagens foi selecionado para compor a amostra do estudo analítico. Dentre as 302 imagens táteis presentes no grupo “Biologia e corpo humano”, foram selecionadas aquelas representações figurativas sobre a anatomia humana. Optou-se por este tema por se tratar de um conteúdo importante que está no dia a dia das pessoas – saber como funcionam os órgãos do próprio corpo. Os outros conteúdos inseridos neste campo de biologia, e que foram excluídos da análise, tratam da anatomia de animais e insetos, estrutura atômica, ciclo da água, condições climáticas, e células animal e vegetal. Desta maneira, foram selecionadas 42 imagens ($n=42$) (*Apêndice D*) para constituir a amostra do estudo. Esta amostra foi definida de uma forma não probabilística por tipicidade, (MARCONI, M.A. e LAKATOS, 1988), ou seja, contém representações gráficas figurativas sobre a anatomia humana. A *Figura 4.1* exemplifica algumas das imagens táteis da amostra.

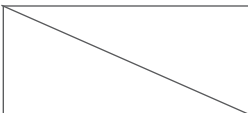
Figura 4.1 Exemplo de imagens táteis que constituem a amostra

Fonte: APH, 2013.

4.3.2. Quadro analítico

O quadro que norteia o estudo analítico (*Quadro 4.2*), conforme apresentado no *Capítulo 3* é composto por dois níveis: o **Nível 1 – Imagem** e o **Nível 2 – Relação imagem e texto**.

Quadro 4.2 Quadro analítico proposto

Amostra Nº	
	Identificação da imagem/título
Níveis das variáveis	Descrição/variação
Nível 1 – Imagens	
<i>Componentes gráficos</i>	
Ponto	
Linha	
<i>Elementos de orientação</i>	
Números/ letras	
Setas	
<i>Elementos simbólicos</i>	
Setas	
Linhas	
Marcas semânticas	
<i>Elementos enfáticos</i>	
Ponto	
Linhas	
Seta	
Contraste figura-fundo	
Textura/Preenchimento	
<i>Compleitude</i>	
Representação parcial	
Representação completa	
<i>Vistas</i>	
Frontal	
Superior	
Inferior	
Lateral	
Seccionada	

Nível 2 – Relação imagem e texto

Apresentação

Título

Rótulo

Legenda

Texto corrido/Bloco de texto

Elementos de ligação /separação

Linha

Box

Espaço

Números/letras

Fonte: A autora.

4.4 Análise dos resultados

O quadro analítico proposto (*Apêndice D*) foi aplicado a cada imagem da amostra (impressa em tinta), presente no *Apêndice E*. A partir disso, a análise dos resultados foi realizada de forma qualitativa, através de observação e descrição das imagens encontradas objetivando obter informações a respeito da sintaxe gráfica das representações táteis da amostra (*Capítulo 5* e *Apêndice F*). Importante salientar que as imagens foram analisadas de forma visual, visto que quem produz a imagem tátil é vidente. Em futuros trabalhos, sugere-se que o usuário final (pessoa com deficiência visual) faça parte da validação.

4.5 Etapa 2: Estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto

O estudo da aplicabilidade/ validação do quadro analítico proposto no *Capítulo 3* foi realizado com desenvolvedores de objetos de aprendizagem/ ilustração, com conhecimento em desenvolvimento de imagens; e educadores com expertise no ensino às pessoas cegas, visto que estas pessoas possuem repertório a respeito de acessibilidade de objetos de aprendizagem, variáveis gráficas das representações gráficas e das necessidades das pessoas cegas em relação à percepção da informação proveniente de imagens em relevo.

A coleta de dados foi realizada de acordo com três técnicas: *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevista semiestruturada.

4.5.1. Participantes

Foram selecionadas 10 pessoas⁸, 5 especialistas em desenvolvimento de ilustração e/ou objetos de aprendizagem acessíveis e 5 educadores especialistas no ensino às pessoas cegas que também desenvolvem/adaptam objetos de aprendizagem. Optou-se por selecionar dois grupos de “desenvolvedores” com focos diferentes, para obter uma visão **técnica** do objeto de aprendizagem acessível e outra **prática** (utilização desse objeto em sala de aula).

Grupo 1: Cinco desenvolvedores de objetos de aprendizagem/ilustração, com conhecimento em desenvolvimento de imagens da Universidade Federal do Paraná – UFPR e Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR.

Grupo 2: Cinco educadores especialistas no ensino às pessoas cegas, com expertise em desenvolvimento de imagens/ objetos de aprendizagem para cegos, do Instituto Paranaense de Cegos – IPC.

4.5.2. Equipamentos e materiais

De maneira geral, os materiais utilizados no estudo foram: câmera fotográfica; gravador de áudio digital; bloco de anotações e caneta.

Na técnica **card sorting** foi apresentado 1 conjunto de 37 cartões de variáveis gráficas (preestabelecidas na Etapa 1) para que os participantes (individualmente) organizassem de forma hierárquica os níveis e subníveis de variáveis gráficas que consideraram relevantes para uma representação tátil.

Na técnica de **estudo analítico** foram distribuídas 3 imagens táteis em formato A4, 3 cópias do quadro analítico (*Apêndice D*), e caneta para que cada participante, analisasse cada imagem apresentada.

Por fim, na técnica de **entrevista semiestruturada** os 10 participantes foram entrevistados individualmente respondendo ao questionário (*Apêndice M*) elaborado pelo pesquisador.

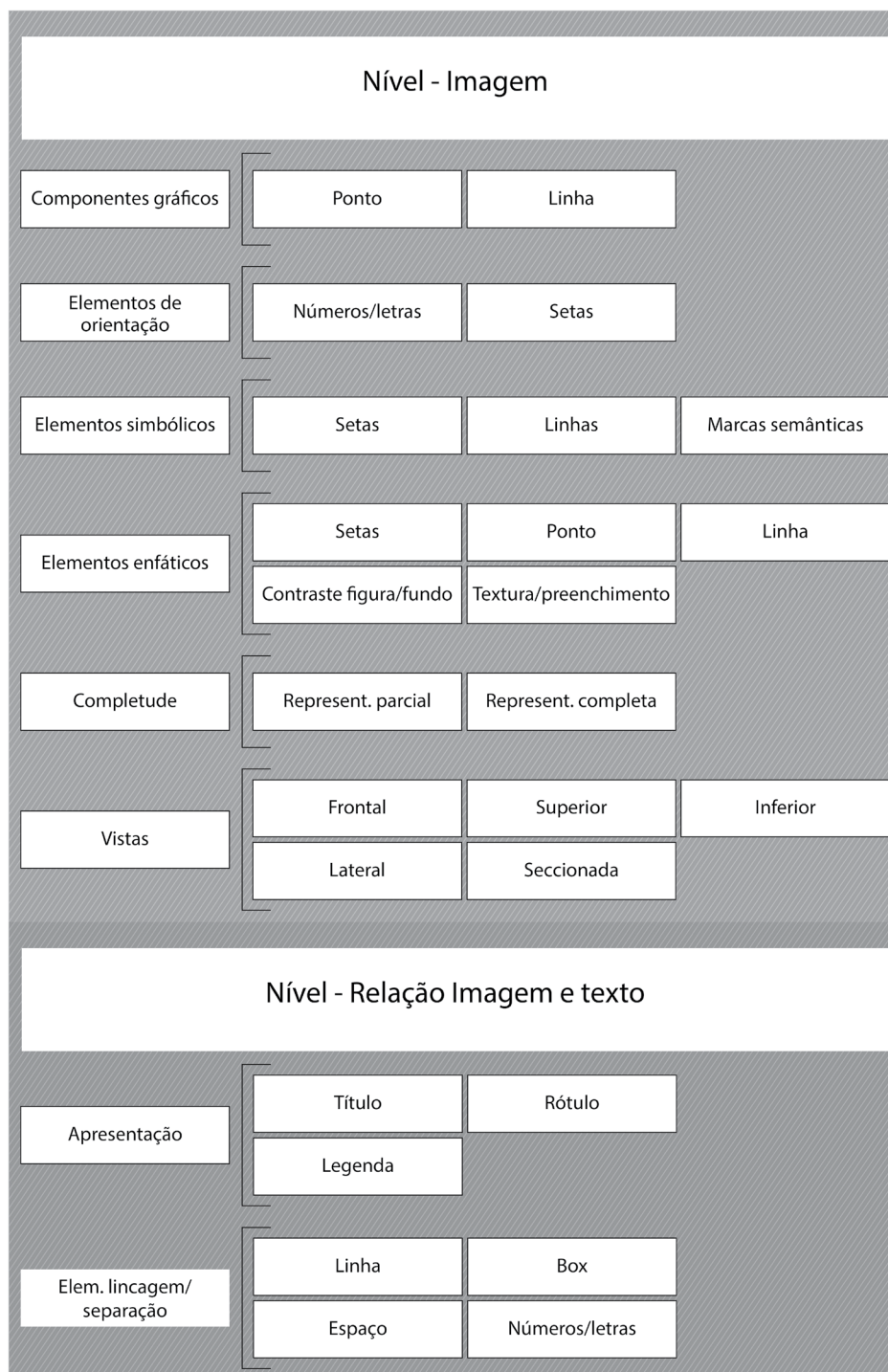
4.6 Card sorting

O *card sorting* é uma técnica de coleta de dados que auxilia na “compreensão do que as pessoas pensam sobre conceitos” (ROSA; MORAES, 2010, p.62). O objetivo de sua aplicação nessa pesquisa é validar, de acordo

⁸ Um participante do Grupo 2 possui baixa visão, os demais apresentam visão normal.

com desenvolvedores e educadores, a nomenclatura das variáveis gráficas utilizadas no quadro analítico proposto na *Etapa 1*. Para isso, os níveis, subníveis e as variáveis gráficas preestabelecidas foram separados em 37 cartões individuais onde o **Nível 1 – Imagem** apresenta como subníveis: *componentes gráficos, elementos de orientação, elementos simbólicos, elementos enfáticos, completude, vistas*. Enquanto o **Nível 2 – Relação imagem e texto** contém os subníveis: *apresentação e elementos de ligação/separação*, conforme *Figura 4.2*.

Figura 4. 2 Cartões de níveis, subníveis e variáveis gráficas

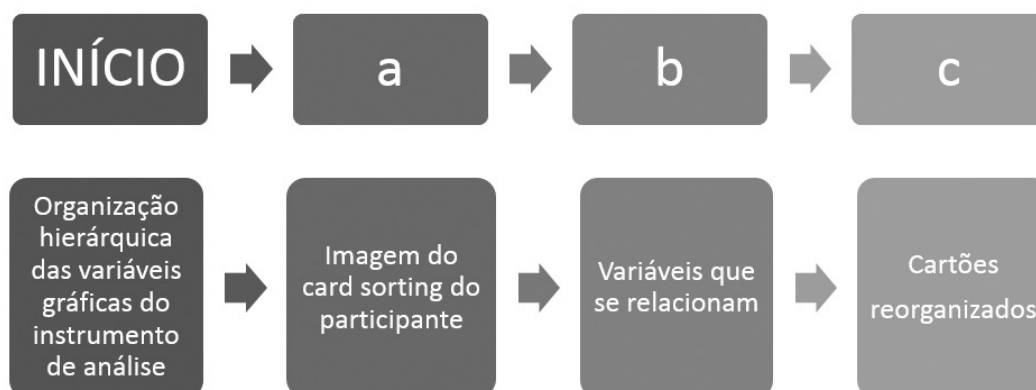


Fonte: A autora.

A análise dos dados obtidos por esta técnica de coleta foi realizada de modo comparativo, com o objetivo de identificar níveis hierárquicos e pertinência entre variáveis a partir da ocorrência repetitiva de resultados.

A *Figura 4.3* apresenta o processo de análise do *card sorting*, tendo como ponto de partida, a organização preestabelecida no quadro analítico proposto (*Apêndice D*).

Figura 4.3 Processo de análise do *card sorting*



Assim sendo, a organização hierárquica dos cartões se deu com base na concordância com o quadro analítico e, dessa forma, os cartões foram reorganizados com o intuito de apresentarem uma estrutura unificada, para facilitar a tabulação dos dados, conforme será apresentado no *Capítulo 6 – Resultados do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto*.

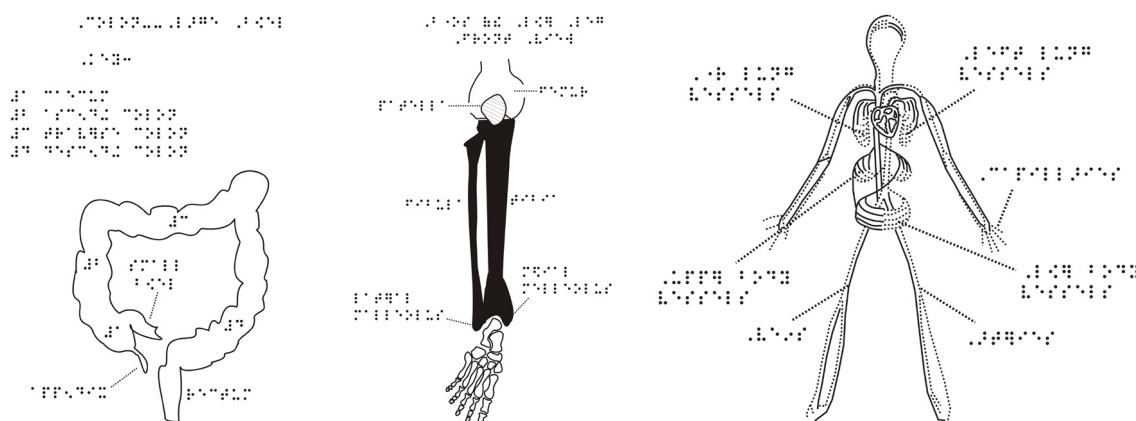
A partir do *card sorting*, foi possível verificar se a caracterização hierárquica e nomenclatura das variáveis gráficas estão em conformidade com o repertório de desenvolvedores e educadores, através da prática de desenvolvimento e/ou adaptação de imagens táteis e ensino por meio de objetos de aprendizagem acessíveis, respectivamente.

4.7 Estudo analítico por júri

O estudo analítico por júri foi realizado com o objetivo de descobrir opiniões a respeito da amostra apresentada, falhas de acessibilidade existentes em relação ao texto e imagem que podem ser melhoradas com a diagramação, e também verificar se as características gráficas indicadas como tendência no resultado da análise são válidas. Cada participante realizou o estudo analítico individualmente de acordo com o quadro analítico (*Apêndice D*), caneta, e amostra de 3 imagens táteis (*Apêndice K*) apresentadas em tamanho A4 em relevo.

A amostra do estudo analítico por júri é constituída por parte da amostra do estudo analítico mencionado na *Etapa 1*, totalizando três ($n=3$) representações táteis (*Figura 4.4*) que contém quantidade de informações distintas entre si; características de simplicidade, diferenciação de tipos de linhas e apresentando relação texto-imagem. Preferiu-se selecionar apenas três imagens para conter a exaustão dos participantes, visto que é um estudo analítico por júri, contudo essa decisão não compromete os resultados obtidos.

Figura 4.4 Amostra do estudo analítico por júri



Fonte: APH (2013).

O objetivo da amostra selecionada é encontrar as relações sintáticas entre as características gráficas; a relação texto-imagem em suporte tátil, enfatizando a necessidade ou não do uso de elementos de linkagem entre texto e imagem, e o modo em que estes devem ser apresentados para auxiliar na obtenção da informação.

4.8 Entrevista

A entrevista semiestruturada é uma conversa metódica, focalizada com o objetivo de extrair as informações necessárias sobre determinado assunto (MARCONI e LAKATOS, 1988 p. 67,70). Ela foi realizada, conforme as etapas anteriores, com os 10 participantes individualmente. A finalidade da entrevista é descobrir opiniões a respeito das variáveis gráficas apresentadas e sobre a utilização do quadro analítico para análise gráfica da amostra. A partir dessas informações será possível verificar se as características gráficas indicadas como tendência, a partir das tarefas realizadas, são pertinentes em relação à sintaxe gráfica tátil de representações em relevo.

A entrevista teve como base o Quadro do Estudo analítico por júri com informações anexadas sobre a facilidade em aplicar as variáveis gráficas nas análises, variáveis mais relevantes para a representação tátil, sugestões de mudanças de nomenclatura/ estruturação do quadro analítico e contexto de uso. (*Apêndice M*).

4.9 Análise dos resultados

A análise dos dados obtidos de acordo com as técnicas de coleta: *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevista semiestruturada foi realizada de forma comparativa e qualitativa, com o objetivo de identificar a frequência de comentários semelhantes e especificidade de respostas. A finalidade é comparar os resultados obtidos na entrevista com os estudos analíticos anteriores para contribuir para o aperfeiçoamento do quadro analítico proposto, para auxiliar no processo de desenvolvimento objetos de aprendizagem acessíveis que contenham imagens para ser, em futuras pesquisas, validado com o público alvo.

No *Quadro 4.3* são apresentadas as etapas de pesquisa, os objetivos que cada etapa cumpre, seguidos pelas técnicas de coleta e análise dos dados, perfil de participantes e amostra.

Quadro 4.3 Síntese da pesquisa – relação das etapas de pesquisa com objetivos, tipo de pesquisa e técnica de coleta

	Etapla inicial (Capítulos 1, 2 e 3)	Etapla 1 (Capítulo 5)	Etapla 2 (Capítulo 6)
<i>Objetivo geral</i>	Propor um quadro analítico para imagens táteis a partir da literatura sobre linguagem gráfica		
<i>Objetivos específicos</i>	Identificar a sintaxe gráfica de imagens táteis presentes no repositório TGIL	Identificar tendências da representação tátil através de análise gráfica de uma amostra de imagens táteis utilizadas em objetos de aprendizagem;	Validar com desenvolvedores e educadores a aplicabilidade do quadro analítico proposto sobre as variáveis gráficas da imagem tátil;
<i>Técnica de pesquisa</i>	Pesquisa documental	Teórico-analítica	Teórico-analítica
<i>Técnica de coleta</i>	Documentação direta	Estudo analítico;	<i>Card sorting</i> , estudo analítico por júri e entrevistas semiestruturadas
<i>Perfil dos participantes</i>	-	-	5 especialistas em desenvolvimento de ilustração e/ou objetos de aprendizagem acessíveis e 5 educadores especialistas no ensino às pessoas cegas que também desenvolvem/ adaptam objetos de aprendizagem.
<i>Amostra</i>	-	42 imagens táteis (TGIL – Tactile Graphic Image Library)	3 imagens táteis (TGIL – Tactile Graphic Image Library)

Capítulo 5 | Resultados do estudo analítico

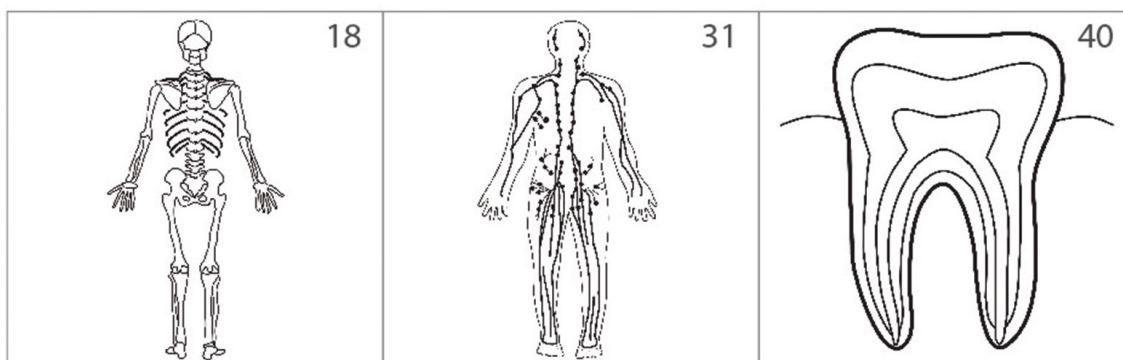
Este capítulo apresenta os resultados da análise gráfica realizada, referente à Etapa 1 da pesquisa. O procedimento consistiu na análise de 42 imagens táteis (impressas em tinta em tamanho A4) presentes no repositório de imagens táteis *TGIL – Tactile Graphic Image Library* (APH, 2013) através do quadro analítico inicial proposto no *Capítulo 3* que contém as variáveis gráficas de representação e características de acessibilidade. Os resultados dessa coleta podem ser observados no *Apêndice F* e *Apêndice G*.

5.1 Elementos simbólicos, configurantes e enfáticos

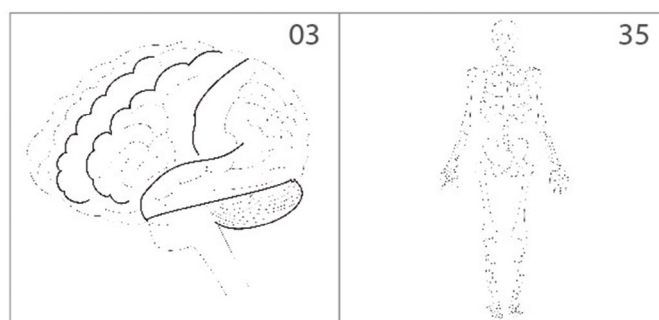
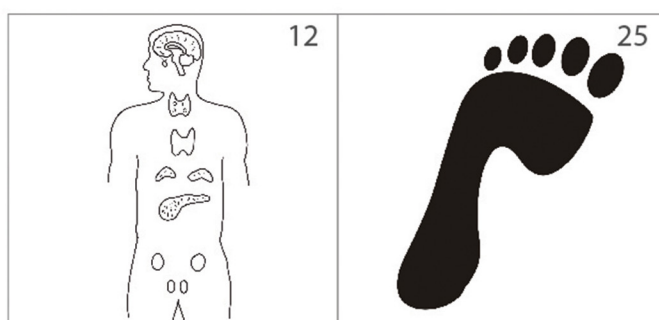
Todas as imagens analisadas possuem caráter bidimensional, monocromia e formas simplificadas – características de acessibilidade. Um aspecto considerado como importante, para uma imagem ser considerada acessível é a presença de algum elemento para a orientação de leitura. Porém, nas imagens analisadas essa característica não foi encontrada.

Em imagens impressas, a presença do texto em braile impede o escalonamento da representação, pois os pontos braile tendem a aumentar também, fugindo do padrão estabelecido. À vista disso, somente 18 imagens apresentam possibilidade de escalonamento, ou seja, não apresentam o texto em braile (*Figura 5.1*).

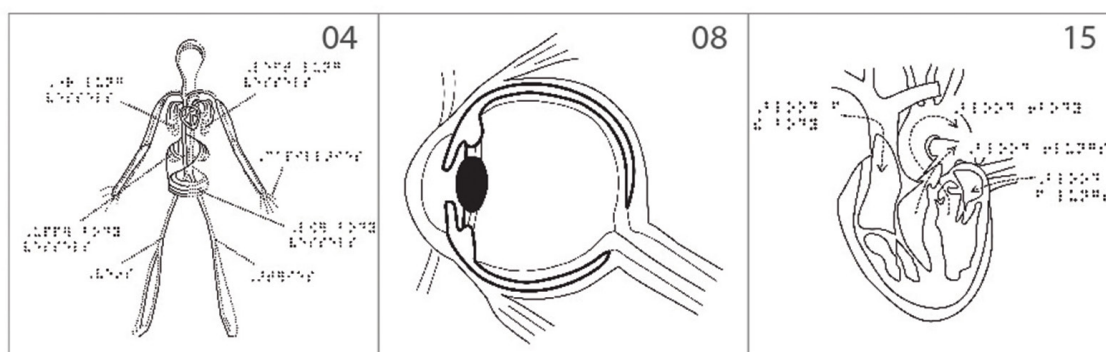
Figura 5.1 Exemplos de imagens escalonáveis

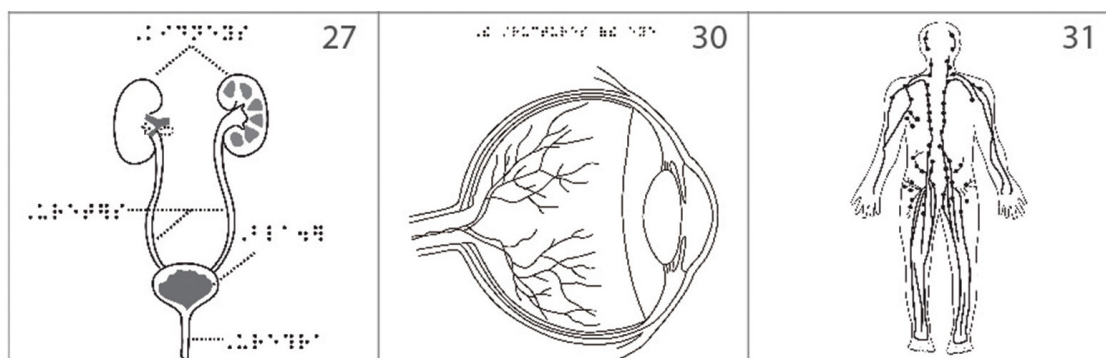


É tendência que as imagens da amostra possuam alto contraste e contornos fechados e definidos. Apenas duas imagens são possuem alto contraste ($n=03$ e $n=35$) e linha de contorno e contornos fechados e definidos ($n=12$ e $n=25$), conforme *Figura 5.2* e *Figura 5.3*.

Figura 5.2 Imagens com baixo contraste**Figura 5.3** Imagem com contornos incompletos e sem linha de contorno, respectivamente

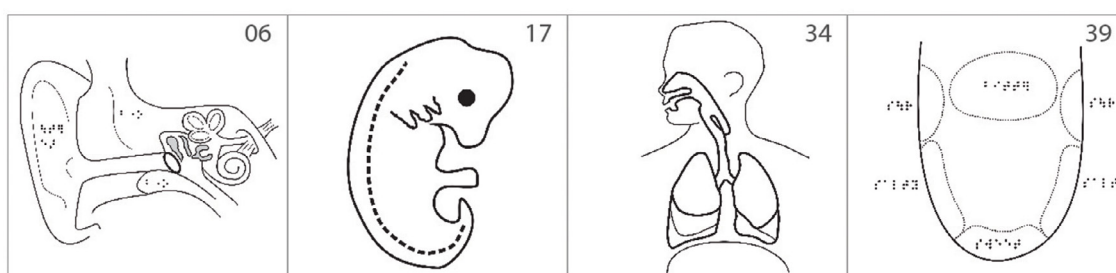
A sobreposição de linhas ou formas, um aspecto a ser evitado de acordo com diretrizes de acessibilidade (NDA, 1999; IMS, 2002; WAI, 2002; W3C – WCAG, 2008; NCAM, 2009; UKAAF, 2012; MACEDO, 2010), porém é uma característica presente em 6 imagens (n=04; n=08; n=15; n=27; n=30 e n=31), conforme Figura 5.4.

Figura 5.4 Imagens que apresentam linhas ou formas sobrepostas



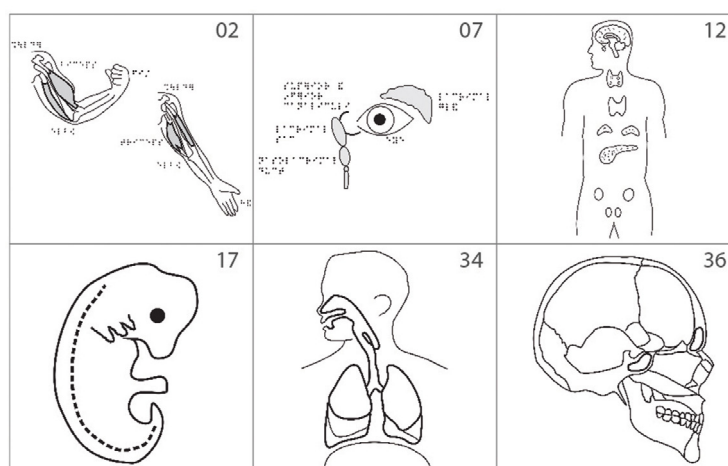
A presença de referente para indicar a proporção e noção de escala está indicada em 20 imagens. As linhas que compõem as representações táteis tendem a não apresentar diferenciação de espessura ou tipo: das 42 imagens, apenas 16 apresentam diferentes espessuras de linhas e somente 4 ($n=04$; $n=15$; $n=17$ e $n=39$) possuem diferentes tipos de linha (cheia, pontilhada ou tracejada) (Figura 5.5).

Figura 5.5 Exemplo imagem com diferentes espessuras e tipos de linhas



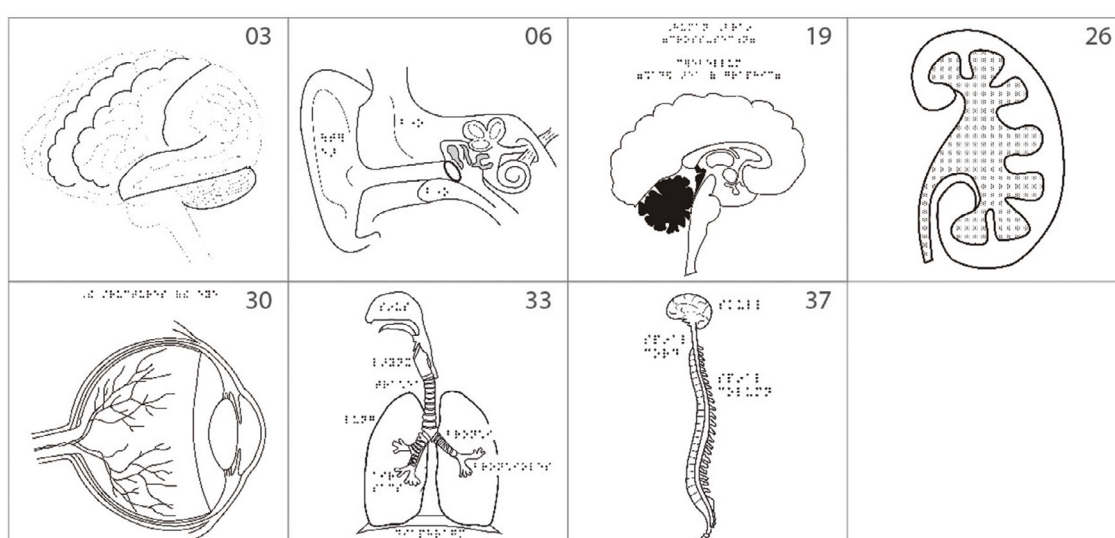
Das 42 imagens da amostra, apenas 6 ($n=02$; $n=07$; $n=12$; $n=16$; $n=17$; $n=34$; $n=36$) aderem ao modelo do cânone egípcio (SILVA, 2008) em que as imagens em relevo são melhores percebidas se: os olhos, ombros e peito forem apresentados pela visão frontal e rostos e membros, com vista lateral e uma das pernas para frente, conforme exemplificado na Figura 5.6.

Figura 5.6 Imagens que respeitam a disposição do cânone egípcio



Esta disposição da imagem, no caso de representações sobre a anatomia humana, é uma convenção para a exposição das partes necessárias para a visualização da informação contida na imagem, por esse motivo, o cânone pode ser considerado como um padrão para a criação de representações táteis sobre a anatomia humana, ampliando neste estudo analítico sua utilização para os órgãos humanos: representação com secção lateral. Com isso, adicionam-se 13 imagens ao número de imagens analisadas que respeitam a disposição lateral (n=03; n=06; n=08; n=19; n=20; n=21; n=22; n=23; n=24; n=26; n=30; n=33; n=37), conforme apresentado na *Figura 5.7*.

Figura 5.7 Exemplos de imagens que apresentam secção lateral se enquadrando no modelo do cânone egípcio



Em relação à gradação cromática, 16 imagens apresentam essa variável e apenas 2 (n=26 e n= 29) apresentam textura (padrão gráfico), conforme *Figura 5.8* e *Figura 5.9*.

Figura 5.8 Exemplo de imagens que apresentam gradação cromática

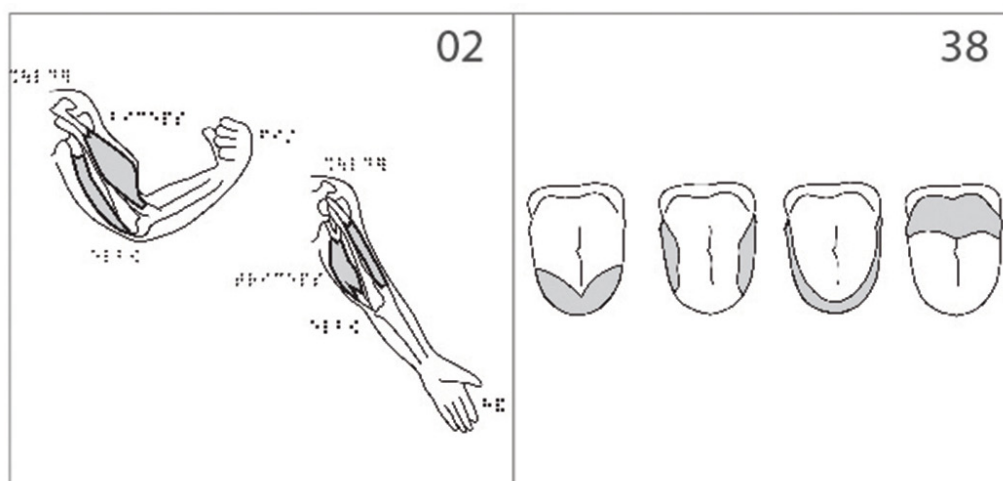
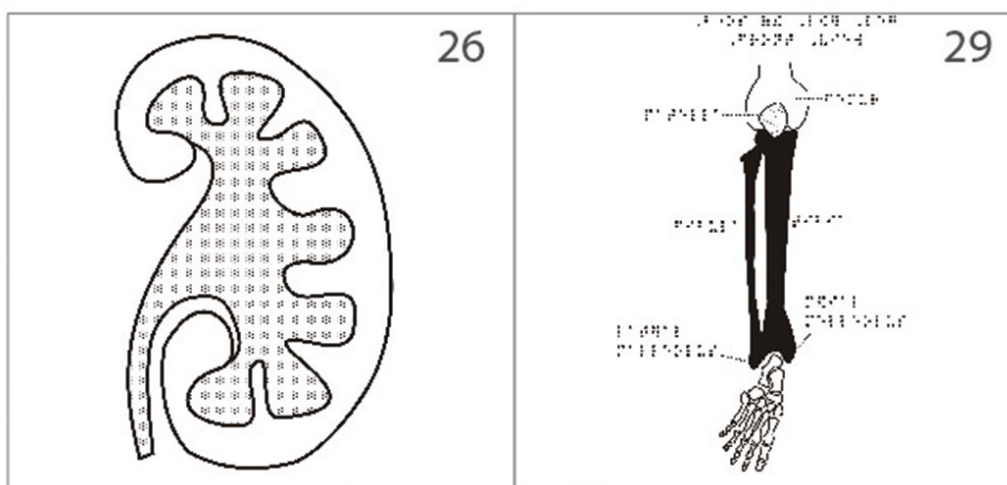
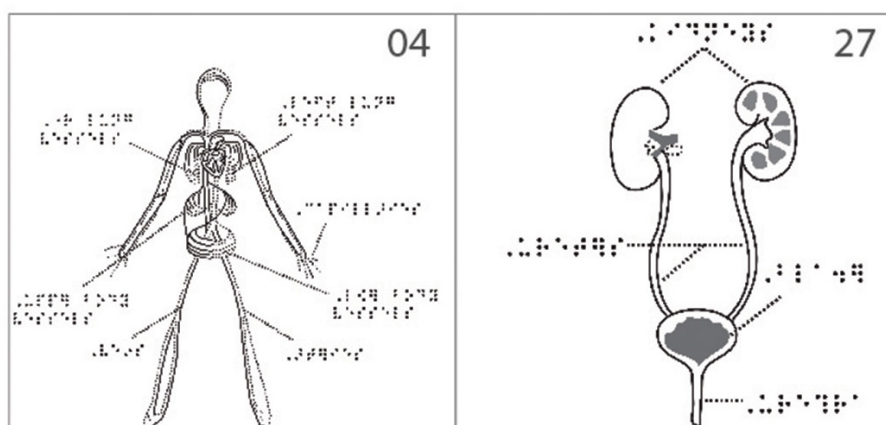
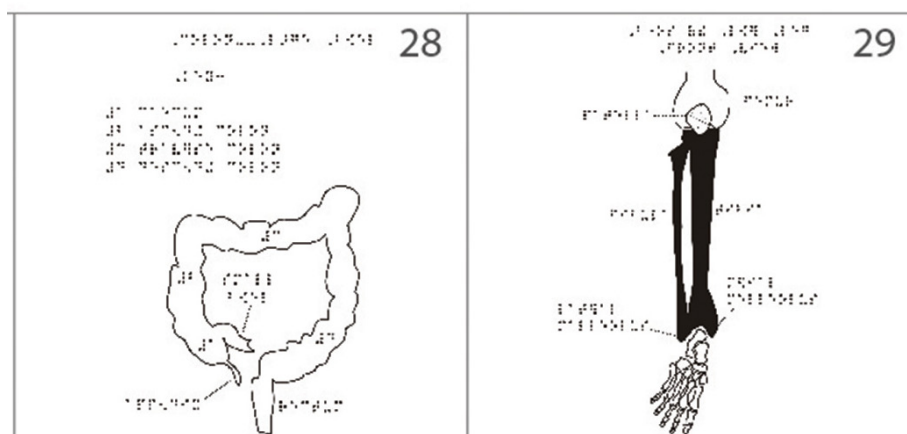


Figura 5.9 Imagens que apresentam a variável textura

5.2 Texto como complemento ou ancoragem

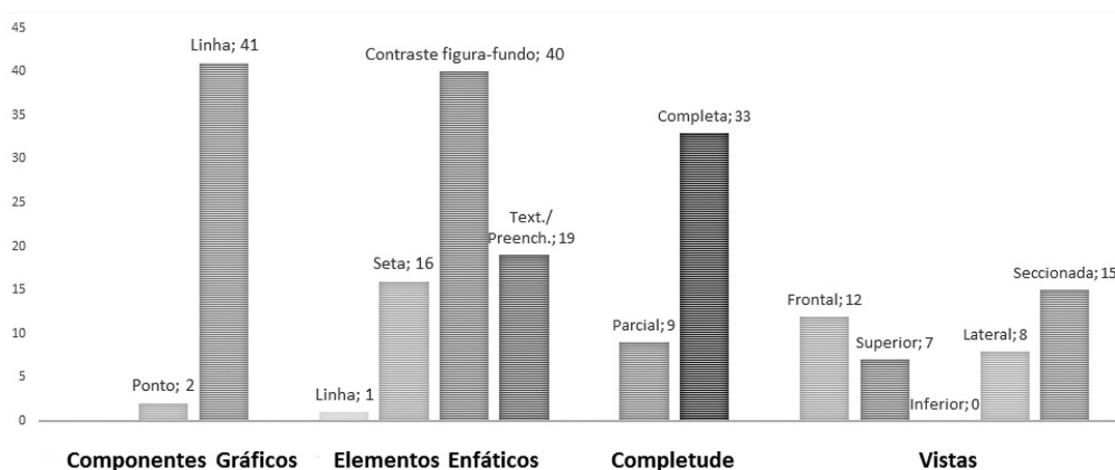
O uso de texto como complemento/ancoragem junto às representações táteis pode ser considerado uma tendência de acordo com as imagens analisadas: 25 representações apresentam texto em braille como rótulo, título ou legenda, 11 delas possuem o texto em uma linha e 16 em blocos de texto. Elementos de ligação entre texto-imagem são pouco utilizados; apenas 6 representações apresentam essa característica (n=04; n=27; n=28; n=29; n=40 e n=42), conforme *Figura 5.10*.

Figura 5.10 Imagens que apresentam elementos de ligação entre texto e imagem



A seguir (*Gráfico 5.1* e *Gráfico 5.2*) são apresentados dois gráficos com a incidência das variáveis gráficas das imagens táteis analisadas de acordo com o Nível estabelecido.

Gráfico 5.1 Incidência das características encontradas de acordo com o Nível 1 – Imagem

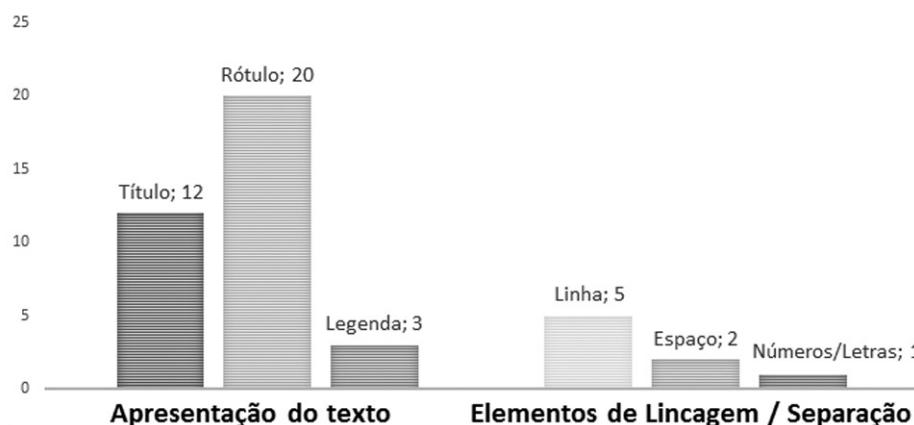


Fonte: A autora.

É possível observar que a incidência de variáveis gráficas nas representações, de acordo com o Nível 1 – Imagem é:

- Componente gráfico – linha
- Elementos enfáticos – contraste figura-fundo, textura e preenchimento
- Completude – Representação completa
- Vistas – frontal, seccionada

Gráfico 5.2 Incidência das características encontradas de acordo com o Nível 2 – Relação imagem e texto



Fonte: A autora.

Enquanto no Nível 2 – Relação imagem e texto, as variáveis com maior incidência foram:

- Apresentação – título, rótulo;
- Elementos de lincagem/separação – linha, espaço

Neste capítulo foram apresentadas as análises gráficas da amostra de 42 imagens táteis. O objetivo desta etapa da pesquisa foi revelar a incidência das variáveis gráficas das imagens táteis. A seguir, serão apresentadas algumas conclusões a respeito do estudo analítico realizado.

5.3 Algumas conclusões

A partir dos resultados obtidos no estudo analítico, pode-se observar que as imagens táteis presentes no *TGIL – Tactile Graphic Image Library* (APH, 2013) apresentam alguns problemas de acessibilidade. A seguir são apontados alguns questionamentos em relação às variáveis gráficas analisadas.

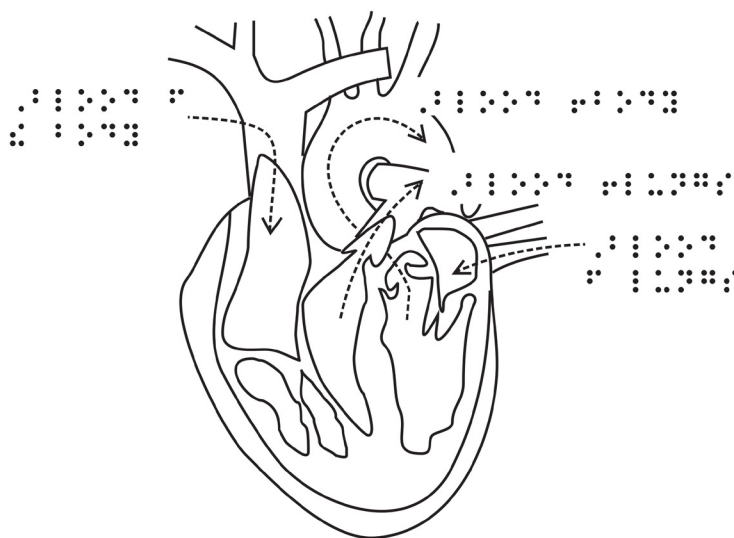
As imagens em geral apresentam **caráter bidimensional e formas simplificadas**. Conforme Eriksson (1994), Hatwell (1993) *apud* Goncu (2009), Silva (2008), Macedo (2010) estas características são importantes para que possa ocorrer a percepção tátil da informação. Entretanto, algumas imagens apresentam **sobreposições**, e isso pode dificultar a percepção tátil de acordo com as diretrizes de acessibilidade. (*Apêndice B*).

Silva (2008) defende que é necessário indicar a **orientação** da imagem, sua **escala e proporção**. Porém as imagens analisadas não apresentam essa informação; logo, questiona-se a necessidade dessa inferência nas representações táteis.

A **textura/preenchimento** não é recorrente nas imagens analisadas. No entanto, de acordo com Gibson (1962) a textura pode auxiliar a exploração tátil, pois gera diferenciação no momento da exploração. Já o **contraste** é apresentado em imagens táteis com o objetivo de enfatizar atributos. A variação de cor/graduação é funcional para leitores que apresentam baixa visão, já que algum resquício de visão pode identificar esta variação. Todavia, como as pessoas com cegueira severa não conseguem identificar estas variações o uso da textura diferenciada seria uma opção.

Já a presença da variável gráfica **seta** em representações táteis foi questionada pelo pesquisador. Esta, utilizada para representar direção, movimento, fluxo ou lincagem em representações visuais (HORN, 1998), é uma variável gráfica também aplicada em representações táteis, apresentando variações de linha (*Figura 5.11*).

Figura 5.11 Variações de linha – Imagem 15 da amostra. APH, 2013



Porém, será que **o seu emprego é viável em representações em relevo visto que, em algumas vezes, há sobreposição de elementos e a diferenciação gráfica não é feita de forma tatilmente perceptível?**

Em relação a apresentação textual, **o texto em braille** é uma alternativa para descrever, apresentar e complementar a informação presente em imagens táteis. Como complemento ou ancoragem, o braille guia o leitor, explicando o assunto e os elementos constituintes da imagem. **Porém, será que blocos de texto juntos à imagem auxiliam a aquisição da informação?**

Também observou-se no estudo que os **elementos de lincagem** (entre texto e imagem) são dispostos de forma equivocada, pois em algumas imagens analisadas, esses elementos encontram-se sobrepostos uns aos outros, contradizendo às diretrizes de acessibilidade que prezam pela simplificação da forma e não sobreposição de elementos. (ERIKSSON, 1994, HATWELL, 1993 *apud* GONCU; 2009, SILVA, 2008; MACEDO, 2010).

À frente do que foi visto nos capítulos anteriores e questionamentos levantados através deste estudo analítico, confirma-se que há uma lacuna no que diz respeito às variáveis de representação tátil. Há a necessidade de maiores estudos sobre essas variáveis gráficas, incluindo componentes gráficos, elementos de orientação, simbólicos, enfáticos, etc. bem como a relação do texto em braile com a imagem em relevo, os elementos de lincagem/separação que melhor relacionam os aspectos gráficos. As normas e diretrizes existentes (*NDA*, 1999; *IMS*, 2002; *WAI*, 2002; *W3C – WCAG*, 2008; *NCAM*, 2009; *UKAAF*, 2012) não trazem informações suficientes sobre as variáveis gráficas táteis que apresentam melhores características de acessibilidade, indicando, por exemplo, a espessura mínima de linhas cheia, pontilhadas, tracejadas para o reconhecimento tátil.

5.4 Posicionamento diante aos resultados apresentados

Diante do estudo analítico realizado, a seguir é exposto um posicionamento da pesquisadora a respeito das variáveis gráficas que as imagens táteis apresentam, de acordo com a literatura sobre linguagem e representação gráfica; e diretrizes de acessibilidade.

Foi possível verificar que as imagens presentes no repositório *TGIL* (APH, 2013) apresentam elementos simbólicos, configurantes e enfáticos; e o texto em braile como complemento e ancoragem.

Com base nas recomendações de acessibilidade foi possível inferir que, em geral, as imagens não respeitam as diretrizes de acessibilidade:

- A apresentação das informações provenientes de imagens, que deveriam ser construídas para serem percebidas em vários canais (visual, tátil ou auditivo), para serem acessíveis a todos, normalmente não acontece, contradizendo diretrizes propostas por *IMS* (2002); *W3C–WCAG 2.0* (2008); *WAI* (2002); *MACEDO* (2010); *NCAM* (2009); *NDA* (1999);
- Algumas imagens apresentam configuração para serem ampliáveis e imprimíveis, porém a presença do texto em braile, anexo à imagem, dificulta o aumento de escala, pois os pontos do braile também sofrem alteração de tamanho, dificultando então a percepção da informação, já que o braile apresenta um tamanho mínimo e máximo. Dessa forma, é possível inferir que esta recomendação proposta por *MACEDO* (2010) e *NCAM* (2009) dependem se a informação textual está anexa a imagem.
- A orientação textual sobre o layout não é apresentada, contradizendo recomendações da *NCAM* (2009);
- Apresentação do limite do suporte/ espaço a ser explorado, orientação e escala também não são recorrentes, contradizendo *LOCH* (2008) e *SILVA* (2008);

- As imagens apresentadas como táteis geralmente possuem monocromia, alto contraste, condizendo com Macedo (2010) e NDA (1999);
- As imagens apresentadas como táteis também são simplificadas, bidimensionais, porém muitas vezes apresentam sobreposição de elementos e os contornos algumas vezes são interrompidos, concordando em partes com as recomendações de Macedo (2010);

Desta forma, é possível inferir que as imagens apresentadas no *TGIL* (APH, 2013) são constituídas de variáveis gráficas visuais, que podem ser adaptadas para táteis, dependendo do suporte que está configurado. As gradações cromáticas podem ser substituídas por texturas e padrões táteis, e os diferentes tipos de linhas podem ser melhor diferenciados para que, no relevo, esta distinção seja melhor perceptível. Enfatiza-se que as imagens foram analisadas visualmente, pois quem as produz é vidente. A partir disso, pode-se inferir que elas se apresentaram visualmente compreensíveis, porém a validação com os usuários finais (pesosas cegas) através da percepção tátil é um quesito a ser verificado em próximos estudos.

5.5 Sumarização e perspectivas

Este capítulo apresentou os resultados e discussões do estudo analítico, referente a *Etapa 1* da pesquisa. Este estudo procurou verificar a incidência das variáveis gráficas nas imagens táteis, com a finalidade de indicar a sintaxe gráfica das representações táteis. Tal estudo conseguiu cumprir com o primeiro objetivo específico da pesquisa, isto é, “identificar tendências da representação tátil através de análise gráfica de uma amostra de imagens táteis utilizadas em objetos de aprendizagem”. Diante do conteúdo apresentado neste capítulo, acredita-se que tal objetivo tenha sido cumprido de maneira satisfatória.

No próximo capítulo serão apresentados e discutidos os resultados do estudo analítico por júri (*Etapa 2*), realizado com desenvolvedores de objetos de aprendizagem/ilustração, e educadores especialistas no ensino às pessoas cegas.

Capítulo 6 | Resultados do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto

Neste capítulo é apresentado o estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto realizada junto a desenvolvedores de objetos de aprendizagem/ilustração, com conhecimento em desenvolvimento de imagens; e educadores com expertise no ensino às pessoas cegas. Essa pesquisa possibilitou verificar a pertinência das variáveis gráficas de imagens táteis, de acordo com o quadro analítico proposto no *Capítulo 3*, a partir de três técnicas de coleta de dados: *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevista semiestruturada. A seguir serão apresentados os resultados.

6.1 Perfil dos participantes

Conforme explicitado no *Capítulo 4 – Métodos da Pesquisa*, os participantes do estudo da aplicabilidade/validação foram distribuídos em dois grupos. O **Grupo 1** (n=5), corresponde a **desenvolvedores** de objetos de aprendizagem/ ilustração da Universidade Federal do Paraná – UFPR e Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR. Já o **Grupo 2** (n=5) é composto por **educadores** especialistas no ensino às pessoas cegas do Instituto Paranaense de Cegos – IPC.

O *Quadro 6.1* apresenta o perfil de cada participante que, por sua vez, está representado por códigos (**P1, P2, P3**, etc.) para que seja mantido em sigilo sua identidade. São apresentadas informações sobre o sexo, faixa etária tempo de atuação na área, e trabalhos atuais relevantes.

Quadro 6.1 Perfil dos participantes do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto

Grupos	Participante	Sexo	Faixa etária	Atuação	Trabalhos atuais
1 – Desenvolvedores	P1	M	+45	19 anos	Coordenadoria de Tecnologias Aplicadas a Educação
	P2	F	+45	29 anos	Pesquisa de doutorado na área de ilustração científica
	P3	M	25–35	7 anos	Pesquisa de mestrado na área de acessibilidade de imagens
	P4	M	25–35	3 anos	Projeto na área de infografia acessível
	P5	F	+45	6 anos	Pesquisa de Doutorado na área de ilustração para cegos
2 – Educadores	P6	F	25–35	8 anos	Educadora de artes – ensino de desenho para cegos
	P7*	F	25–35	8 anos	Educadora inglês-português. Especialista na área de educação, preparação para o vestibular e reforço de matemática
	P8	F	25–35	2 anos	Educadora de artes com especialização em educação especial com ênfase em inclusão.
	P9	F	25–35	2 anos	Educadora de artes com especialização em educação especial
	P10	F	36–44	21 anos	Educadora do 5º ano de história, geografia, matemática, português e ensino religioso
* Possui deficiência visual- baixa visão.					

O **Grupo 1 – desenvolvedores** é composto por 3 homens e 2 mulheres, com faixa etária variando de 25 aos 45 anos ou mais, totalizando aproximadamente 64 anos de experiência. **P1** tem experiência com o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem virtuais acessíveis. Já **P2** tem experiência com o desenvolvimento de ilustrações sobre anatomia humana, porém nunca trabalhou com ilustrações acessíveis. O **P3** possui experiência com ilustração e está iniciando estudos sobre a acessibilidade de imagens para cegos. **P4** trabalha com infografia e ilustração. Desenvolve materiais para videntes e está começando a pesquisar sobre a acessibilidade da informação proveniente de infográficos para pessoas cegas. Por fim, o **P5** tem experiência com ilustração para videntes e cegos, com pesquisa de doutorado na área de ensino de desenho para crianças cegas.

Já o **Grupo 2 – educadores** é composto por mulheres de 25 aos 44 anos, totalizando 41 anos de experiência. **P6** é educadora de artes e ensina o processo de desenho para cegos. Tem experiência com o desenvolvimento e adaptação de imagens táteis. **P7** é educadora de inglês-português e possui baixa visão. Ela concede reforços de matemática e prepara os alunos com deficiência visual para o vestibular. **P8** é educadora de artes com ênfase em inclusão. Tem experiência no ensino de desenho para pessoas cegas. **P9** também tem experiência no ensino de desenho para cegos, ela também adapta materiais para os alunos conforme a necessidade. Por fim, **P10** é educadora de vários assuntos, tem experiência com o ensino e com a adaptação de materiais para os alunos, mas com foco em texto e não imagens.

Os resultados obtidos referentes às técnicas de coleta de dados utilizadas, isto é *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevista semiestruturada, são apresentados e discutidos a seguir. Importante mencionar que, para a análise das informações, foi necessário recorrer às gravações de áudio e registros fotográficos para resgatar os comentários realizados pelos participantes durante a realização das tarefas.

6.2 *Card sorting*

Conforme mencionado no *Capítulo 4 – Método de Pesquisa*, foram apresentados aos participantes 37 cartões com as variáveis gráficas preestabelecidas, com a orientação de que os organizassem de acordo com dois níveis principais: **Nível 1 – Imagens** e **Nível 2 – Relação imagem e texto**. A partir dessa definição, os participantes poderiam organizar os cartões de forma hierárquica, incluindo ou excluindo variáveis de acordo com seu repertório sobre representações gráficas táteis.

Com o objetivo de facilitar a discussão, a apresentação dos resultados está dividida por grupo de participantes (**Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**). Para cada grupo, as respostas foram organizadas conforme os níveis de variáveis gráficas:

- **Nível 1 – Imagem** tendo como subníveis: *componentes gráficos, elementos de orientação, elementos simbólicos, elementos enfáticos, completude, vistas*;
- **Nível 2 – Relação imagem e texto** de acordo com os subníveis: *apresentação e elementos de ligação/separação*.

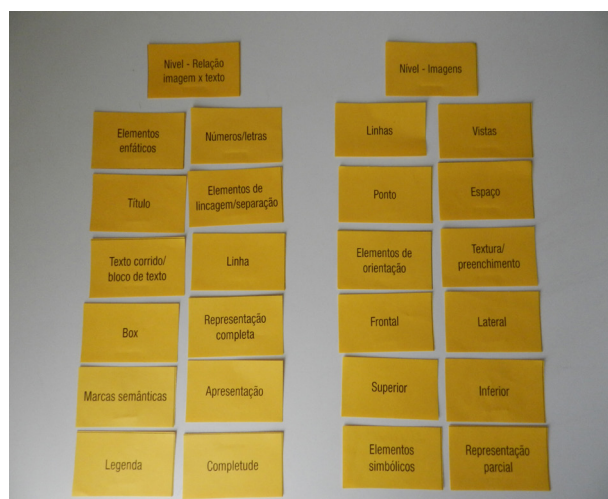
A classificação hierárquica preestabelecida no quadro analítico (*Apêndice D*) foi comparada com as classificações propostas pelos participantes, objetivando verificar a concordância de variáveis, contribuindo para a discussão do projeto, apresentada no *Capítulo 7 – Discussão*.

A *Figura 6.1* e *Figura 6.2* ilustram a organização dos cartões de acordo com um desenvolvedor e um educador, **P2** e **P8**, respectivamente. Os demais registros fotográficos do *card sorting* dos participantes podem ser encontradas no *Apêndice H*.

Figura 6.1 Card sorting – P2 (Grupo 1 – desenvolvedores)



Figura 6.2 Card sorting – P8 (Grupo 2 – educadores)



A partir da análise das imagens e da gravação do *card sorting*, foi possível observar que, em relação ao **Nível 1 – Imagem**, o **Grupo 1** assim como o **Grupo 2** consideraram o ponto e a linha como **componentes gráficos**; números/letras e setas como **elementos de orientação** e linhas como **elementos simbólicos**. Já as marcas semânticas foram indicadas pelo **Grupo 2 – educadores** (n=5) e parcialmente pelo **Grupo 1 – desenvolvedores** (n=4).

Em relação aos **elementos enfáticos**, a textura/preenchimento também foi apontada com unanimidade pelos dois grupos. Porém, enquanto o **Grupo 2 – educadores** considerou o ponto como um elemento de ênfase (n=4), o **Grupo 1 – desenvolvedores** praticamente o ignorou (n=1). A segunda variável mais apontada como ênfase pelo **Grupo 1** foi o contraste figura/fundo (n=3), porém não foi considerada muito relevante pelo **Grupo 2** (n=1).

A **completude** da representação é um subnível relevante quando se trata da representação gráfica tátil. Todos os participantes inseriram a representação completa (n=5) e parcial (n=5) como características importantes a serem exploradas.

As representações das **vistas** da imagem também são relevantes de acordo com os participantes da pesquisa. Contudo, houve diferentes apontamentos para cada tipo de vista preestabelecida. A vista frontal (n=5) foi assinalada pelos dois grupos enquanto a vista inferior (n=4) foi parcialmente apontada. O **Grupo 2 – educadores** também indicou com totalidade a vista lateral (n=5) e seccionada (n=4) enquanto o **Grupo 1 – desenvolvedores** indicou a vista superior (n=4). Os participantes relataram que independentemente do tipo de vista que a imagem possa apresentar, é importante inserir legenda ou texto de suporte explicando a vista que ela apresenta.

A *Figura 6.3* e *Figura 6.4* ilustram as classificações do **Nível 1 – Imagem** de acordo com **P4** e **P7**, respectivamente.

Figura 6.3 Nível 1 – Imagem de acordo com **P4** (Grupo 1 – desenvolvedores)

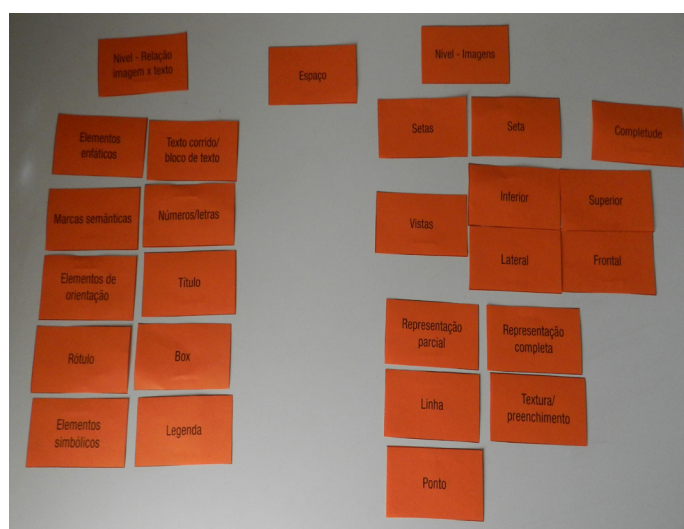


Figura 6.4 Nível 1 – Imagem de acordo com **P7** (Grupo 2 – educadores)



Em relação ao **Nível 2 – Relação imagem e texto**, o modo de **apresentação** do texto, título e legenda (n=5) e rótulo e blocos de texto (n=4) foram apontados pelos dois grupos de modo uniforme.

Por fim, dos elementos de **lincagem/separação**, o espaço foi a variável mais indicada pelos dois grupos de participantes para a separação entre elementos distintos (braille e imagem). Os educadores também acrescentam a linha (n=5) como facilitador de ligação e separação entre dois tipos de informação.

A Figura 6.5 e Figura 6.6 ilustram essa categorização de acordo com **P5** e **P9**, respectivamente.

Figura 6.5 Nível 2 – Relação imagem e texto de acordo com **P5** (Grupo 1 – desenvolvedores)



Figura 6.6 Nível 2 – Relação imagem e texto de acordo com **P9** (Grupo 2 – educadores)



A partir do que foi exposto, é possível inferir que os participantes, em geral, separaram as variáveis gráficas de maneira distinta, relacionando as variáveis aos subníveis não correspondentes. Alguns adicionaram cartões com variáveis gráficas específicas que consideravam relevantes em uma representação tátil, porém nenhum utilizou todos os cartões apresentados. Apesar de, em alguns casos, entenderem os conceitos e conseguirem explicá-los verbalmente, sentiram dificuldade em relacionar os cartões. Devido a essa disparidade de respostas, com o objetivo de sintetizar os resultados, as informações obtidas serão apresentadas por grupos de participantes.

6.2.1. Síntese

A partir dos dados apresentados, é possível sintetizar os apontamentos dos participantes (**Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**) indicando as variáveis gráficas mais relevantes para a representação tátil (*Quadro 6.2*).

Quadro 6.2 Indicação de variáveis gráficas de acordo com os Grupos 1 – desenvolvedores e Grupo 2 – educadores.

	GRUPO 1 – DESENVOLVEDORES	GRUPO 2 – EDUCADORES	TOTAL
<i>Nível 1– Imagem</i>			
<i>1. Componentes gráficos</i>			
Ponto	4	5	9
Linha	5	5	10
<i>2. Elementos de orientação</i>			
Números/letras	5	5	10
Setas	4	4	8
<i>3. Elementos simbólicos</i>			
Setas	3	2	5
Linhas	5	5	10
Marcas semânticas	4	5	9
<i>4. Elementos enfáticos</i>			
Seta	0	0	0
Ponto	1	4	5
Linha	2	3	5
Contraste figura/fundo	3	1	4
Textura/preenchimento	5	5	10
<i>5. Completude</i>			
Representação parcial	5	5	10
Representação completa	5	5	10
<i>6. Vistas</i>			

Frontal	5	5	10
Superior	4	3	7
Inferior	4	4	8
Lateral	3	5	8
Seccionada	3	4	7
Nível 2 – Relação imagem e texto			
1. Apresentação			
Título	5	5	10
Rótulo	4	4	8
Legenda	5	5	10
Bloco de texto	4	4	8
2. Elementos de lincagem/separação			
Linha	3	5	8
Box	1	2	3
Espaço vazio	5	5	10
Número/letras	3	3	6
TOTAL	100	108	208

Foram consideradas como tendência aquelas variáveis que apresentaram de 4 a 5 apontamentos por grupo, ou seja, totalizam n=9 e n=10. Notou-se que o Grupo 2 – Educadores considerou mais variáveis gráficas do que o Grupo 1 – Desenvolvedores. Enquanto o Grupo 2 destacou o ponto como componente gráfico; linhas e marcas semânticas como elementos simbólicos; vista lateral e seccionada; e linha e box como elementos de lincagem e separação; o Grupo 1 destacou as setas como elementos simbólicos; contraste figura-fundo como elementos enfáticos; e vista superior como vista principal da representação tátil. As demais variáveis foram apontadas pelos dois Grupos de maneira uniforme.

Pode-se concluir que, em se tratando de variáveis gráficas sem um contexto definido (apenas se tratando de imagens táteis), o Grupo 1- Educadores consideram um número maior de variáveis gráficas devido à experiência com o ensino e com o conhecimento prévio do tipo de informação que é relevante para a percepção tátil para as pessoas com deficiência visual. Entretanto, as variáveis consideradas pelo o Grupo 2 – Desenvolvedores também se mostram importantes tanto para o processo de desenvolvimento como para a percepção tátil das imagens. O *Quadro 6.3* sintetiza as variáveis mais assinaladas pelos participantes.

Quadro 6.3 Variáveis gráficas apontadas no *card sorting*

Nível 1	Componente gráfico	Linha, ponto
	Elemento de orientação	Números e letras
	Elementos simbólicos	Linhas e marcas semânticas
	Elementos enfáticos	Textura/preenchimento
	Compleitude	Representação completa e parcial
	Vistas	Frontal
Nível 2	Apresentação	Título e legenda
	Elementos de ligação/separação	Espaço

Em geral, as variáveis gráficas apontadas como tendência do *card sorting* encontram-se respaldadas na literatura. Os componentes gráficos básicos da comunicação visual (BERTIN, 1986; DONDIS, 2007), assim como os elementos simbólicos, enfáticos e de orientação (BERTIN, 1986; HORN, 1998; SPINILLO, 2000; ENGELHARDT, 2002) foram sinalizados como importantes ao se tratar de imagens em relevo. A presença de texto e sua relação com a imagem (BARTHES, 1964; BASSY, 1974) mostram-se imprescindíveis para os participantes, assim como a presença de espaço como elementos de ligação/separação (ENGELHARDT, 2002); o texto para auxiliar a aquisição da informação presente na imagem pode ser fundamentado pelas diretrizes de acessibilidade (NDA, 1999; IMS, 2002; WAI, 2002; W3C – WCAG, 2008; NCAM, 2009; UKAAF, 2012), assim como mencionado em Silva (2008), Loch (2008) e Macedo (2010).

6.2.2. Variáveis inseridas pelos participantes

De modo geral, foi observado durante a realização da tarefa, certa dificuldade no entendimento do conceito das variáveis gráficas e dos níveis de classificação propostos, por esse motivo os participantes inseriram variáveis que já tinham sido apresentadas e classificadas. A terminologia também apresentou dificuldades de interpretação e, de certa forma, este problema foi amenizado durante o procedimento, em que o pesquisador explicou conforme a necessidade do participante, o significado das variáveis. Estes fatores não invalidam a pesquisa, pois as informações foram interpretadas e realocadas de acordo com os níveis correspondentes.

A seguir, é apresentado um panorama de variáveis gráficas inseridas no *card sorting* pelos participantes do **Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**.

O **P1** inseriu três variáveis que considera importantes como elementos enfáticos: **estética**, **temperatura** e **cores**. A **estética** se refere a um conceito relativo, de reconhecimento da ilustração por uma pessoa cega ou vidente, visto que o que está representado como belo para o vidente pode não ser o mesmo para uma pessoa cega, e vice-versa, indagando: “O que é belo para um cego? Qual é o conceito de belo que essas pessoas carregam?”. Já a **temperatura**, pode ter relação ao modo de representação da imagem, dando ênfase, destaque, ou como uma característica

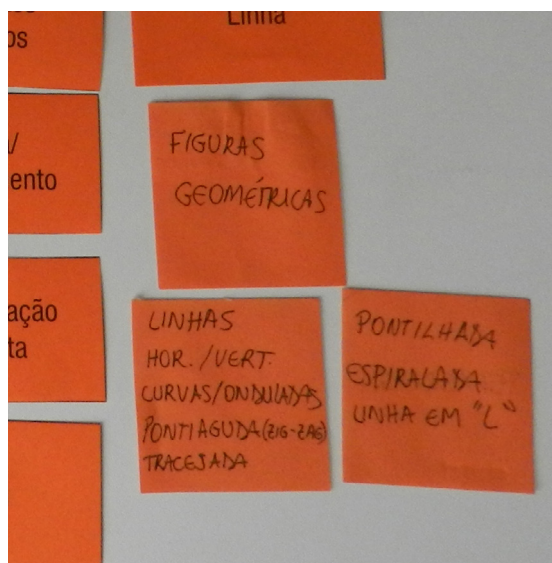
diferenciadora. Mesmo sendo uma representação tátil, as **cores** podem ser representadas através de outra variável, como a temperatura. Por exemplo: diferenciação das cores frias e cores quentes através da temperatura.

O **P2** inseriu a variável **estrutura**, podendo ser denominada como conteúdo ou configuração da representação. O objetivo dessa variável, conforme **P2**, é informar as características de apresentação da imagem, e exemplifica:

“A disposição entre braços, pernas, tronco, cabeça e pescoço, vai ser a orientação dessa imagem, logo, eu posso estar com os braços abaixados, levantados, etc. e é essa estrutura que vai mostrar a orientação da imagem, sendo desnecessários os elementos de orientação”. (**P2** – desenvolvedor)

Já o **P5** (Figura 6.7) adicionou as variáveis **figuras geométricas**, como sendo variáveis relevantes para imagens táteis, pois o quadrado, círculo e triângulo são formas simplificadas e que podem ser o início de uma representação complexa. O participante ainda adicionou o espaço, como uma área de “respiro” para a imagem (variável já constituinte do **Nível 2 – Relação imagem e texto**), e as **variações de linhas** (linhas horizontais, verticais, curvas, onduladas, linhas pontiagudas ou em zig-zag) como facilitador da diferenciação de conceitos.

Figura 6.7 Variáveis gráficas inseridas por **P5** (Grupo 1 – desenvolvedores)



Por fim, o único educador que adicionou variáveis ao **Nível 2 – Relação imagem e texto** foi o **P9**, indicando **setas** como **elementos de lincagem** além de serem elementos de orientação. De acordo com ele, as setas podem indicar movimento e direção, logo são importantes para relacionar a imagem ao texto.

Em geral, as variáveis gráficas inseridas pelos participantes apresentam-se fundamentadas na literatura. Porém as variáveis inseridas por **P1**, **estética** e **temperatura** não estão respaldadas na literatura. **Estética** é um conceito abrangente que não está relacionado à linguagem gráfica

de acordo com a literatura apresentada nos *Capítulos 1 e 2*. Entretanto, **temperatura** é uma variável que pode ser inserida em um subnível de **estrutura/configuração**, por exemplo, indicando as características de construção e apresentação da imagem. Já as cores, podem ser consideradas como variáveis de separação, conforme Bertin (1986).

O **P2** indicou a variável **estrutura/configuração** da imagem. Esta pode ser fundamentada pelo modelo do cânone egípcio, proposto por Silva (2008), onde indica o modo em que o suporte deve ser configurado.

O último participante do **Grupo 1 – desenvolvedores**, **P5** assinalou que as **formas e figuras geométricas** são variáveis essenciais. Estas estão respaldadas pela teoria da Gestalt (teoria da forma) em que “a forma principal do objeto você tenta encaixar-se em uma forma geométrica”. Encontram-se fundamentadas por Bertin (1986) e complementadas por Loch (2008), e de acordo com a Gestalt (LIDWELL; HOLDEN; BUTLER, 2010). Já o **espaço** vazio, como um elemento de separação entre texto e imagem Engelhardt (2002); e as **variações de linhas**: linhas horizontais, verticais, curvas, onduladas, linhas pontiagudas (ou em zig-zag) como facilitador da diferenciação de conceitos (LOCH, 2008).

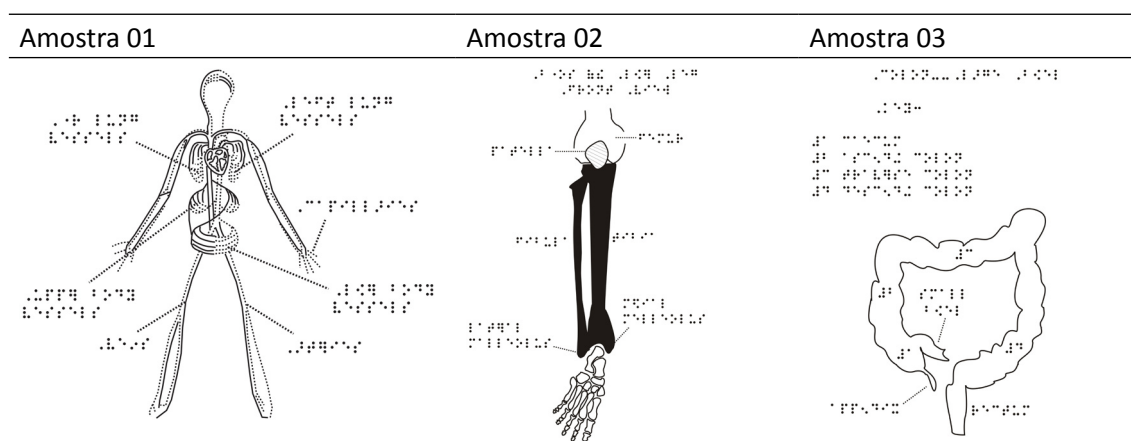
Por fim, o único participante do **Grupo 2 – educadores** que inseriu variáveis foi o **P9**. Este indicou as **setas** como elementos de ligação, conforme respaldado por Engelhardt (2002).

A seguir são apresentados os resultados do estudo analítico, o qual os participantes aplicaram o quadro analítico proposto no *Capítulo 3*.

6.3 Estudo analítico por júri

A apresentação dos resultados do estudo analítico por júri, realizado por todos os participantes (**Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**), será retratada a seguir, de acordo com a amostra de 3 (três) imagens táteis (*Figura 6.8*) selecionadas conforme a *Etapa 1 – Estudo analítico da pesquisa*.

Figura 6.8 Amostra do estudo analítico



Foi solicitado que os participantes analisassem graficamente, de acordo com o quadro analítico apresentado (*Apêndice D*), as amostras individuais. Para isso, foi solicitado que preenchessem o protocolo de acordo com a existência/ característica da variável apresentada em cada item da amostra, conforme seu repertório sobre representações gráficas táteis.

Objetivando facilitar a discussão, a apresentação dos resultados também está dividida por grupo de participantes (**Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**). Para cada grupo, as respostas referentes as 3 análises foram dispostas conforme os níveis e subníveis de variáveis gráficas, totalizando $n=15$ (5 participantes x 3 análises).

O objetivo deste estudo é verificar a análise das imagens com base na experiência de cada participante e, com o auxílio do áudio/vídeo registrados durante a tarefa, descobrir opiniões a respeito da amostra apresentada, falhas de acessibilidade existentes em relação ao texto e imagem, para contribuir com a discussão do projeto, apresentada no *Capítulo 7 – Discussão*.

A *Figura 6.9* e *Figura 6.10* ilustram as análises da amostra de imagens táteis, de acordo com um desenvolvedor e um educador, **P5** e **P8**, respectivamente.

Figura 6. 9 Estudo analítico por júri – **P5** (desenvolvedor)

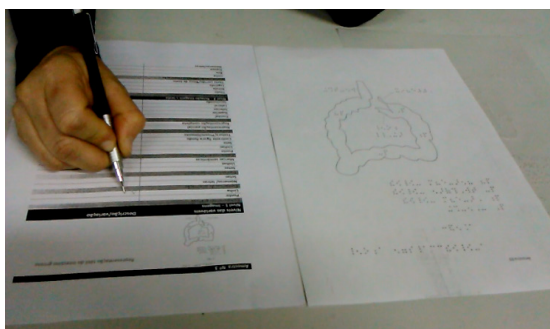
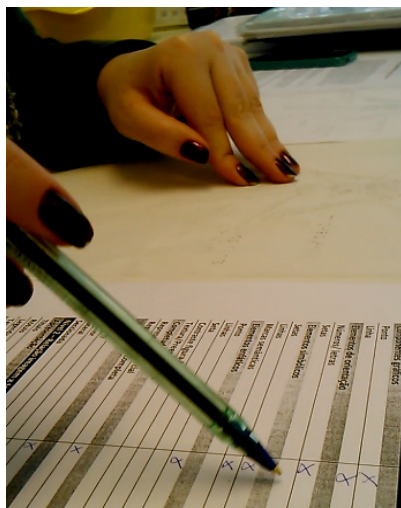


Figura 6. 10 Estudo analítico por júri – **P8** (educador)



A compilação das análises gráficas, separadas por participantes, está apresentada no *Quadro 6.4*. A partir desses dados, é apresentada a análise das informações.

A coluna correspondente ao “total” indica quantas vezes a variável foi citada pelos participantes nas três amostras analisadas. Importante salientar que o total máximo da coluna é $n=30$ (10 participantes analisando 3 imagens), indicando a quantidade de cada variável assinalada. Já o total explícito na última linha corresponde ao número de variáveis gráficas que cada participante verificou a partir da análise das amostras. Este número não caracteriza a imagem como sendo melhor ou pior, apenas menciona a quantidade de variáveis assinalada por cada participante, podendo estar relacionada com a expertise do participante em relação ao assunto.

Quadro 6.4 Estudo analítico por júri

	GRUPO 1 – DESENVOLVEDORES					GRUPO 2 – EDUCADORES					TOTAL
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Nível 1– Imagens											
1. Componentes gráficos											
Ponto	1	2	1	3	2	–	–	1	1	–	11
Linha	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	29
2. Elementos de orientação											
Números/letras	3	–	–	3	1	1	2	3	1	2	16
Setas	2	–	–	–	–	1	3	–	–	2	8
3. Elementos simbólicos											
Setas	3	–	–	–	–	1	–	1	–	1	6
Linhas	1	–	2	3	–	2	–	2	2	2	15
Marcas semânticas	2	1	–	2	2	–	–	–	–	1	8
4. Elementos enfáticos											
Seta	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1
Ponto	–	1	–	3	–	–	–	1	–	–	5
Linha	1	1	2	3	–	–	1	1	2	–	11
Contraste figura/fundo	–	3	–	3	3	–	–	–	–	–	9
Textura/preenchimento	3	1	1	3	2	2	2	1	1	1	17
5. Completude											
Representação parcial	1	2	3	3	–	2	1	2	1	2	17
Representação completa	2	2	–	2	1	1	2	1	2	1	14
6. Vistas											
Frontal	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	29
Superior	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
Inferior	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
Lateral	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
Seccionada	–	1	–	3	–	–	1	2	–	1	8

Nível 2 – Relação imagem e texto**1. Apresentação**

Título	2	2	2	2	2	2	–	2	2	2	18
Rótulo	3	3	–	3	2	–	–	2	3	–	16
Legenda	1	1	2	3	1	1	3	1	–	1	14
Bloco de texto	3	–	–	–	1	3	–	–	1	2	10

2. Elementos de ligação/separação

Linha	1	–	3	3	3	–	–	3	3	–	16
Box	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
Espaço vazio	2	3	–	2	3	–	1	1	3	–	15
Número/letras	1	3	–	3	–	–	–	–	1	–	8
TOTAL	38	31	22	53	29	22	22	30	29	25	301

É possível inferir que os participantes **P1** e **P3**, com experiência infografia e ilustração científica, respectivamente, identificaram grande número de variáveis gráficas devido ao conhecimento prévio sobre linguagem gráfica e variáveis da representação gráfica. Na sequência, **P1** que possui 19 anos de experiência com tecnologias aplicadas à educação, assinalou 38 variáveis a partir da amostra apresentada. Seu conhecimento com objetos de aprendizagem acessíveis pode contribuir para a análise das imagens. **P5**, ilustrador com experiência no desenvolvimento de imagens e ensino de desenho para cegos, indicou 22 variáveis gráficas. Educadores com experiência no ensino de Artes para pessoas cegas assinalaram, em média, o menor número de variáveis gráficas. Alguns termos não foram compreendidos por não fazerem parte do repertório, por esse motivo, justifica-se o número reduzido de variáveis gráficas.

A partir desta apresentação, identificou-se que em relação ao **Nível 1 – Imagem**, o **Grupo 1 – desenvolvedores** assim como o **Grupo 2 – educadores** concordaram com a escolha das variáveis na maioria dos subníveis.

Todos os participantes consideraram a linha como **componente gráfico** principal das amostras; o ponto também se apresentou representativo para o **Grupo 1 – desenvolvedores** (n=9), porém o **Grupo 2 – educadores** não o adicionou como componente gráfico da imagem, pois o considerou predominantemente componente do texto (braille).

Não houve concordância em relação às variáveis relacionadas aos **elementos simbólicos**: para o **Grupo 1 – desenvolvedores** as marcas semânticas mostram-se mais relevantes (n=7) enquanto para o **Grupo 2 – educadores** as linhas possuem maior importância (n=9).

Os **elementos de orientação** mais assinalados foram números/letras; a textura/preenchimento foi apontada como principal **elemento enfático**. O contraste figura/fundo foi a segunda variável mais assinalada como indicativo de ênfase (n=9) de acordo com o **Grupo 1 – desenvolvedores**, entretanto o **Grupo 2 – educadores** não mencionou esta variável.

A **completude** da representação foi um subnível considerado importante para a caracterização da representação tátil. A representação

parcial foi a mais identificada nas imagens da amostra, porém a amostra 1 e amostra 2 também foram classificadas como completas por **P4** e **P7**, e por **P2** e **P4**, respectivamente.

A **vista** frontal foi indicada pelos dois grupos, para todas as amostras, exceto pelo **P7** na amostra 2, este indicou a vista seccionada. **P2**, **P4**, **P8** e **P10** também adicionaram a vista seccionada além da frontal.

Em relação ao **Nível 2 – Relação imagem e texto**, os grupos não concordaram no que diz respeito ao modo de **apresentação** do texto. As variáveis título (n=10) e rótulo (n=11) foram apontadas pelo **Grupo 1 – desenvolvedores**, enquanto o **Grupo 2 – educadores** indicaram o título (n=8), legenda (n=6) e bloco de texto (n=6) como variáveis predominantes.

Por fim, dos elementos de **lincagem/separação**, a linha e o espaço foram as variáveis mais indicadas pelos participantes.

6.3.1. Síntese

A partir dos dados apresentados, é possível sintetizar os apontamentos dos participantes (**Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**) apontando as variáveis gráficas mais encontradas nas imagens da amostra. Foram consideradas como tendência as variáveis que apresentaram maiores apontamentos por grupo, $n \geq 8$ (média resultante a partir do número máximo de apontamentos por grupo =15, ou seja, 3 imagens analisadas por 5 participantes), conforme *Quadro 6.5*.

A coluna correspondente ao “total” indica quantas vezes a variável foi citada pelo grupo de participantes nas três amostras analisadas. Importante salientar que o total máximo da coluna é $n=30$ (10 participantes analisando 3 imagens), indicando a quantidade de cada variável assinalada. Já o total explícito na última linha corresponde ao número total de variáveis gráficas que cada grupo verificou a partir da análise das amostras. Este número não caracteriza a imagem como sendo melhor ou pior, apenas menciona a quantidade de variáveis assinalada por cada grupo, podendo estar relacionada com a expertise do grupo em relação ao assunto.

Quadro 6.5 Síntese do estudo analítico por júri de acordo com os grupos de participantes

	GRUPO 1 – DESENVOLVEDORES	GRUPO 2 – EDUCADORES	TOTAL
Nível 1 – Imagens			
1. Componentes gráficos			
Ponto	9	2	11
Linha	14	15	29
2. Elementos de orientação			
Números/letras	7	9	16
Setas	2	6	8
3. Elementos simbólicos			
Setas	3	3	6
Linhas	6	9	15
Marcas semânticas	7	1	8
4. Elementos enfáticos			
Seta	0	1	1
Ponto	4	1	5
Linha	7	4	11
Contraste figura/fundo	9	0	9
Textura/preenchimento	10	7	17
5. Completude			
Representação parcial	9	8	17
Representação completa	7	7	14
6. Vistas			
Frontal	15	14	29
Superior	0	0	0
Inferior	0	0	0
Lateral	0	0	0
Seccionada	4	4	8
Nível 2 – Relação imagem e texto			
1. Apresentação			
Título	10	8	18
Rótulo	11	5	16
Legenda	8	6	14
Bloco de texto	4	6	10
2. Elementos de ligação/separação			
Linha	10	6	16
Box	0	0	0
Espaço vazio	10	5	15
Número/letras	7	1	8
TOTAL	173	128	301

É possível observar que nesta tarefa, o **Grupo 1 – Desenvolvedores** apontou mais variáveis gráficas do que o **Grupo 2 – Educadores**. Enquanto o

Grupo 1 identificou o ponto como componente gráfico; marcas semânticas como elementos simbólicos; ponto, linha, contraste-figura fundo e textura/preenchimento como elementos enfáticos; representação parcial com vista frontal; título, rótulo, legenda como apresentação do texto; e linha, espaço vazio e número/letras como elementos de lincagem; o **Grupo 2** considerou a linha como componente gráfico; números/letras e setas como elementos de orientação; linhas como elementos simbólicos; seta como elemento de ênfase; e a apresentação do texto através de blocos de texto. As demais variáveis foram apontadas pelos dois Grupos de maneira uniforme.

Pode-se concluir que, em se tratando de variáveis gráficas com um contexto definido (imagens táteis sobre anatomia humana), o **Grupo 2 – Desenvolvedores** identificaram um número maior de variáveis gráficas, devido ao conhecimento prévio para o desenvolvimento de ilustrações. Já o **Grupo 2 – Educadores** assinalaram uma menor quantidade de variáveis gráficas a partir das imagens da amostra.

O *Quadro 6.6* agrupa essas informações e identifica as variáveis gráficas mais assinaladas, de acordo com o estudo analítico por júri.

Quadro 6.6 Variáveis gráficas apontadas no estudo analítico por júri

Nível 1	<i>Componente gráfico</i>	Ponto, linha
	<i>Elemento de orientação</i>	Números/letras
	<i>Elementos simbólicos</i>	Linhas
	<i>Elementos enfáticos</i>	Contraste figura-fundo, textura/preenchimento
	<i>Compleitude</i>	Representação parcial
	<i>Vistas</i>	Frontal
Nível 2	<i>Apresentação</i>	Título, rótulo, legenda
	<i>Elementos de lincagem/separação</i>	Linha, espaço vazio

As variáveis gráficas apontadas como tendência das imagens táteis da amostra encontram-se fundamentadas na literatura. A **linha** como componente gráfico (BERTIN, 1986; DONDIS, 2007) e **textura/preenchimento** como elemento enfático (BERTIN, 1986; HORN, 1998).

O texto e sua relação com a imagem (BARTHES, 1964; BASSY, 1974) mostram-se presentes nas imagens táteis analisadas, assim como a existência de linhas como elementos de lincagem e separação (ENGELHARDT, 2002). Entretanto, a presença de linhas não é garantia de acessibilidade, pois conforme indicado pelos participantes e também justificado por diretrizes de acessibilidade (NDA, 1999; IMS, 2002; WAI, 2002; W3C – WCAG, 2008; NCAM, 2009; UKAAF, 2012), Silva (2008), Loch (2008) e Macedo (2010), a sobreposição de linhas, em imagens táteis, não facilita o acesso à informação.

A principal justificativa para a **dificuldade** encontrada, apontada por **P1, P5, P6 e P9**, foi a necessidade de familiarização com as nomenclaturas e conceitos das variáveis gráficas, visto que não é uma terminologia habitual. Logo, as análises dependem diretamente da compreensão prévia dos termos utilizados. Por esse motivo, **P2 e P10** também encontraram dificuldade em discernir as variáveis para poder identifica-las no momento do estudo analítico. Outro fator de dificuldade, levantado por **P3 e P4**, foi a presença do texto somente em braile. De certa forma, conforme os participantes, esse fator dificulta a leitura de quem não tem conhecimento dessa linguagem. Apesar disso, conseguiram identificar o objetivo das representações táteis.

Em seguida, foram questionadas **quais as variáveis gráficas seriam mais necessárias** no quadro analítico. A quantidade de citações foi equilibrada entre o **Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**. Porém, não houve consenso em relação ao grau de importância de algumas variáveis. De acordo com **P3, P7, P9 e P10** a linha é o componente gráfico mais importante, pois é o que identifica a estrutura da representação. O texto, de modo geral, (n=3), os elementos enfáticos (n=3), textura/preenchimento (n=3) e números e letras como elemento de orientação (n=2) também foram citados como variáveis relevantes para a composição da representação tátil. As variáveis referentes aos componentes gráficos (n=2), contraste figura-fundo (n=2) e marcas semânticas (n=1) foram mencionadas apenas pelo **Grupo 1 – desenvolvedores**, enquanto a presença específica de título (n=2), legenda (n=2) e seta (n=2) foram indicadas somente pelo **Grupo 2 – educadores**.

No momento em que se indagou sobre **mudanças de nomenclatura** das variáveis apresentadas, a maioria dos participantes (n=6) identificou falhas de compreensão das variáveis. Apesar de conhecerem os propósitos das variáveis, algumas delas não foram compreendidas de imediato devido à falta de familiaridade com a terminologia utilizada. Dessa forma, **P1, P2, P4, P7, P9 e P10** identificaram confusas as terminologias referentes ao **Nível 2 – Relação imagem e texto**, apresentadas no *Quadro 6.8*.

Quadro 6.8 Problemas de interpretação relacionados à nomenclatura das variáveis gráficas

Variáveis gráficas	Conceito	Interpretação
<i>Espaço</i>	Espaço vazio entre elementos gráficos	(P1) Espaço bidimensional ou tridimensional
<i>Rótulo</i>	Texto que indica/ rotula algum elemento da imagem	(P4, P7, P9) Etiqueta relativa às embalagens.
<i>Legenda</i>	Texto explicativo que possui relação direta com a imagem através de elementos de ligação	(P4) Texto que explica a imagem

A variável “**espaço**”, pertencente ao **Nível 2 – Relação imagem e texto**, indicaria o espaço vazio entre os elementos gráficos (texto e imagem). Porém, o **P1** identificou como sendo a dimensão em que a imagem está representada no espaço: bidimensional ou tridimensional. Já a variável

“**rótulo**” foi a que mais apresentou inconsistência perante os participantes. **P4, P7 e P9** relacionaram o termo, em um primeiro momento, à rotulação de embalagens. Apesar de o conceito ser similar, a sua relação com as imagens não foi facilmente identificada. Alguns não souberam diferenciar “**rótulo**” de “**legenda**” e assinalaram o termo como ambíguo. Por fim, o termo **legenda** foi algumas vezes interpretado como “**texto explicativo da imagem**”. Porém essa definição também serve para as variáveis “**título**”, “**texto corrido**” ou “**bloco de texto**”. Essa diferenciação entre tipos de texto explicativo será abordada no *Capítulo 7*, referente à discussão.

De maneira geral, a única mudança relacionada ao quadro analítico, apontada por **P4, P5, P6 e P7** foi a de apresentar as definições das variáveis como contextualização, visto que apesar de ser um assunto familiar, algumas nomenclaturas utilizadas no Design da Informação não fazem parte do repertório dos participantes.

Quanto à aplicação do quadro analítico, um participante (**P2**) do **Grupo 1 – desenvolvedores** e três participantes (**P6, P9 e P10**) do **Grupo 2 – educadores** recomendaram a utilização do quadro tanto para desenvolvimento quanto para a adaptação de imagens em relevo. Enquanto **P1, P4, P7 e P8** identificaram sua utilidade apenas para o desenvolvimento, ao passo que **P3 e P5** designaram apenas para a adaptação de imagens.

Por fim, convidados a articular outras **considerações e sugestões**, os participantes **P1, P2 e P8** ressaltaram que é preciso validar este quadro analítico com o público alvo (a quem se destinam as imagens) com o intuito de verificar se o nível do desenvolvimento cognitivo consegue captar, através do tato, as informações apresentadas através das variáveis gráficas. O **P1** complementa que além de verificar os aspectos motivacionais, compreensão, clareza e prazer que a pessoa cega gostaria de ter em relação ao material, é importante identificar a relevância mercadológica da criação de imagens em relevo, ou seja, o seu custo-benefício, e a aceitabilidade dessas imagens perante as pessoas cegas, apontando sua preferência (texto x imagem x audiodescrição) para posteriormente testar a percepção da imagem/assunto, já que esta depende do referencial/ cultura que a pessoa cega possui.

Em relação à construção das imagens, recomendações foram estruturadas com base na amostra analisada:

- Apresentar o texto da imagem de forma alternativa ao braille (**P5**);
- Evidenciar a diferenciação entre componentes gráficos/ tipos de linhas – pontilhada, tracejada, etc. (**P2, P9, P10**);
- Melhorar a apresentação das setas como elementos de orientação (**P10**);
- Apresentar a legenda sempre inferior à imagem (**P10**);
- Apresentar a imagem com alto contraste e cores para serem úteis também no ensino de pessoas com baixa visão (**P7**);
- Pensar em uma padronização de variáveis gráficas para a construção de imagens em relevo (**P5**);

O *Quadro 6.9* e *Quadro 6.10* sintetizam os fundamentos das respostas obtidas nas entrevistas com o **Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**, respectivamente.

Quadro 6.9 Síntese de respostas do Grupo 1 – desenvolvedores

Perguntas	P1	P2	P3	P4	P5
<i>Quais as variáveis mais necessárias?</i>	3D, relevo, textura/preenchimento	Diferenciação entre componentes gráficos, marcas semânticas, textura/preenchimento, contraste figura-fundo espaço;	Ponto e linha	Contraste figura-fundo	Componentes gráficos, elementos de orientação, elementos enfáticos, texto corrido
<i>Você teria alguma sugestão de mudança na denominação das variáveis apresentadas?</i>	Mudança na nomenclatura para reduzir a ambiguidade da função semântica e de propriedade (linha, espaço).	Imagem: representação imagética ou ilustração ou figura. Elemento de orientação: no nível da imagem como fluxo, início.	–	Dúvida no que é rotulo e legenda	–
<i>Você teria alguma sugestão de mudança no quadro analítico em geral?</i>	–	–	Apresentar a imagem completa e destacar o ponto a ser explicado em outra imagem, um “zoom”	Nomenclatura, contextualização sobre as variáveis.	Contextualização sobre as variáveis.
<i>Em que contexto você acredita que o uso desse modelo seria mais adequado?</i>	Desenvolvimento de imagens em relevo	Desenvolvimento e adaptação de imagens em relevo	Adaptação de imagens em relevo	Desenvolvimento de imagens em relevo	Adaptação de imagens em relevo
<i>Outras sugestões ou comentários?</i>	Recomenda que o modelo seja testado com o público alvo	–	–	Maior diferenciação entre componentes gráficos	Apresentação da informação em outra linguagem, não somente o braile. Pensar em padronização

Quadro 6.10 Síntese de respostas do Grupo 2 – educadores

Perguntas	P6	P7	P8	P9	P10
<i>Quais as variáveis mais necessárias?</i>	Linhas e setas, porque podem confundir a leitura tátil.	Relação do texto com a imagem e elementos de ligação (setas) Textura/ preenchimento; elementos enfáticos; título; variação de componentes gráficos – espessuras de linhas	Elementos de orientação; elementos enfáticos	Linhas, texto explicativo, número/legenda;	Título; variação de componentes gráficos
<i>Você teria alguma sugestão de mudança na denominação das variáveis apresentadas?</i>	Apresentar definição das variáveis gráficas	Alterar termo “rótulo”	Não	Rótulo= texto explicativo. Diferenciar da associação rótulo= etiqueta.	Está bom, apesar de vocês terem certos termos, que nós não temos”
<i>Você teria alguma sugestão de mudança no quadro analítico em geral?</i>	Apresentar definição das variáveis gráficas	Apresentar definição das variáveis gráficas	Não	Não	A posição da legenda é sempre inferior à imagem; setas como elementos de orientação
<i>Em que contexto você acredita que o uso desse modelo seria mais adequado?</i>	Desenvolvimento e na adaptação	Desenvolvimento, bem mais que adaptação, até porque nem sempre que a gente adapta, isso funciona, então seria a criação mesmo.”	Desenvolvimento porque nem toda imagem tem adaptação em relevo como melhor forma de adaptação.	Desenvolvimento e adaptação de imagens em relevo.	Desenvolvimento e adaptação de imagens em relevo.
<i>Outras sugestões ou comentários?</i>	Não	Aproveitar e criar a imagem também para uma pessoa que enxerga, mas com baixa visão, por exemplo, você pode usar a mesma imagem que você usou para o cego, mas com menos detalhes, talvez mais cores, mais contraste, e sem o braille.	“É necessário pensar na idade e nível de desenvolvimento do público alvo	Melhorar a diferenciação entre os tipos de linhas	Não

6.5 Algumas conclusões

Através dos dados coletados (*card sorting*, estudo analítico por júri e entrevista semiestruturada), constatou-se discordâncias pontuais, porém relevantes, referentes às variáveis gráficas de imagens táteis acessíveis, abordadas nesta dissertação. A seguir são apresentadas considerações de acordo com as técnicas de coleta de dados utilizadas.

O *card sorting* apresentou problemas no que diz respeito à terminologia utilizada para as variáveis gráficas, por esse motivo a interpretação destas não ocorreu de forma clara. Os participantes tiveram dificuldade ao distinguir e relacionar as variáveis aos subníveis, e realizaram a organização visual levando em consideração apenas os dois níveis iniciais (**Nível 1 – Imagem** e **Nível 2 – Relação imagem e texto**). Apesar disso, houve explicação verbal das escolhas possibilitando que o pesquisador reorganizasse os cartões de acordo com os comentários dos participantes durante a atividade. Por esse motivo, esta etapa de coleta de dados foi mantida, porém é aconselhado, em um próximo estudo, reaplicar a técnica de *card sorting* com uma amostra maior de especialistas (desenvolvedores e educadores) de acordo com as sugestões propostas pelos participantes, mencionadas anteriormente.

O **estudo analítico por júri** também apresentou problemas relacionados ao entendimento da nomenclatura das variáveis gráficas. Algumas delas foram consideradas ambíguas e outras não foram distinguidas com facilidade pelos participantes. Eles ainda relataram dificuldade em analisar separadamente o texto da imagem, de acordo com o **Nível 1 – Imagem** e **Nível 2 – Relação imagem e texto**. Apesar disso, se esforçaram para entender como se dá a decomposição gráfica de uma representação tátil.

Por fim, a **entrevista semiestruturada** reafirmou os aspectos citados nas coletas de dados anteriores, indicando certa similaridade de pensamento entre os grupos, porém, com indicações diferenciadas sobre a apresentação das variáveis gráficas relevantes para a apresentação da imagem em relevo.

6.6 Posicionamento diante aos resultados apresentados

Diante do estudo de aplicabilidade/ validação do quadro analítico proposto, a seguir é exposto um posicionamento da pesquisadora a respeito dos resultados obtidos sob o ponto de vista do Grupo 1 – Desenvolvedores e Grupo 2 – Educadores, comparando com o que foi apresentado na literatura.

De modo geral foi possível identificar que houveram diferentes pontos de vista sobre as variáveis gráficas apresentadas. A respeito do nível

das imagens, os desenvolvedores consideraram o ponto e a linha como componentes gráficos das imagens táteis, concordando com a literatura que define que esses componentes são os elementos gráficos básicos que constituem qualquer representação gráfica visual ou tátil (BERTIN, 1986; ARNHEIM, 1992; HORN, 1998; LOCH, 2008). Os educadores apontaram apenas a linha como componente gráfico principal. Todos enfatizaram que ela pode apresentar diversas configurações: pontilhada, tracejada, espiralada, zig-zag e diferentes espessuras (BERTIN, 1986; HORN, 1998; LOCH, 2008). Segundo eles, o ponto, elemento característico do braile, normalmente não é utilizado sozinho em representações táteis, entretanto, a sequência de pontos, próximos ou distantes (linha ou linha pontilhada) é mais recorrente.

Sobre os elementos de orientação houve concordância entre os dois grupos de participantes. Números e/ou letras foram apontados como elementos que podem orientar a leitura da representação gráfica, conforme definições de Horn (1998) e Engelhardt (2002). A variável seta foi pouco assinalada. Houve divergência de interpretação do conceito “seta” o que causou certo questionamento ao pesquisador. A variável gráfica, apontada nos subníveis “elementos de orientação, simbólicos e enfáticos” pode indicar, conforme Horn (1998), direção, movimento, fluxo ou lincagem. Entretanto, para 1 desenvolvedor e 2 educadores, a variável que indica essas funções pode ser apenas uma linha, sem a terminação triangular que sinaliza sua direção. Já para os demais participantes, a linha precisa, necessariamente ter a terminação para ser considerada uma seta. Segundo Horn (1998), a linha além de ser um elemento básico da sintaxe visual, pode ser um elemento de lincagem ou divisão, porém com características semânticas diferentes da seta. A partir desse posicionamento, um questionamento foi levantado: linhas de lincagem e setas podem ser tratadas com a mesma função sintática?

No que diz respeito aos elementos enfáticos, enquanto os educadores indicaram a variável textura/preenchimento, os desenvolvedores mencionaram também o contraste figura-fundo. O motivo pelo qual os educadores não consideraram esta variável pode ser justificado pelo fato de que ela é inerente à representação em relevo. De acordo com Gibson (1992) a textura é mais importante que a variação cromática em uma representação tátil. Já o contraste figura-fundo é uma variável imprescindível para a percepção da informação, tanto em relevo quanto visual, conforme recomendações de acessibilidade (NDA, 1998; MACEDO, 2010).

As variáveis da completude da representação tátil foram assinaladas por todos os participantes. A maioria indicou que esta variável está diretamente relacionada ao título da imagem - a partir de um referente é possível estabelecer a completude da representação. Referenciando as diretrizes de acessibilidade (IMS, 2002; W3C-WCAG 2.0, 2008; WAI, 2002; MACEDO, 2010; NCAM, 2009; NDA, 1999) que recomendam a apresentação da informação através de texto equivalente em braile ou áudio, Loch (2008) complementa que, independente no canal, a presença de título é fundamental em uma representação tátil.

O último subnível do Nível – Imagens, também apresentou opiniões distintas entre os participantes. Enquanto os desenvolvedores inferiram que

as representações são majoritariamente com vista frontal, os educadores também adicionaram a vista lateral, concordando com Loch (2008). A definição de vista, de acordo com os participantes depende do objetivo da ilustração. Eles não consideram relevante a menção dessa informação em um primeiro momento, contradizendo as recomendações de acessibilidade que definem a importância da apresentação da configuração da imagem no suporte, indicando uma breve orientação espacial e o tipo de vista representado (LOCH, 2008; NCAM, 2009).

A presença de informação textual em uma imagem tátil apresenta grande importância para a exploração tátil (LOCH, 2008; SILVA, 2008). O primeiro subnível do Nível – Relação imagem e texto, denominado “apresentação”, mostrou diferentes interpretações a respeito das variáveis título, rótulo e legenda. Estas foram apontadas pelos desenvolvedores, enquanto os educadores não inferiram a variável rótulo. De acordo com Engelhardt (2002) o rótulo é um elemento que traz um significado de um objeto gráfico de acordo com sua proximidade espacial. De modo geral, este elemento apresentou uma terminologia desconhecida pelos participantes, que comumente, confundiram com a variável legenda.

Os elementos de ligação/ separação, espaço vazio e a linha foram as variáveis mais assinaladas pelos participantes. De acordo com Barthes (1964) e Bassy (1974) quando existe a presença de texto e imagem, a relação entre eles acontece de alguma forma, podendo ser como complemento ou ancoragem. Para unir ou separar esses dois tipos de informação existem os elementos de ligação/separação (ENGELHARDT, 2002).

A sugestão de mudança de nomenclatura de rótulo, espaço e legenda também foi levantada pelos participantes. Estes termos mostraram-se confusos, e apesar de terem embasamento teórico (ENGELHARDT, 2002) não foram facilmente interpretados.

A partir desses resultados foi possível resgatar as diretrizes de acessibilidade que mencionam que a imagem deve apresentar alguma indicação de orientação e escala, para auxiliar a pessoa com deficiência visual a interpretar a imagem, porém nenhum participante indicou a necessidade dessas informações. Eles indicaram que é necessário a imagem estar dentro de um contexto, apresentando alguma informação textual, como título, por exemplo.

Desta forma, é possível inferir que pelo fato dos participantes possuírem repertórios e conhecimentos distintos a respeito da sintaxe gráfica tátil de imagens em relevo, as opiniões apresentaram-se diversas. Entende-se que o conhecimento sobre a sintaxe gráfica é insuficiente ou inexistente até para aqueles que trabalham diretamente com este tipo de material. Mesmo conhecendo os elementos que podem constituir uma representação tátil, os participantes encontraram dificuldade em relacionar os conceitos das variáveis às funções. Com este estudo, conclui-se que a sintaxe gráfica tátil ainda é pouco explorada na literatura e desenvolvedores de objetos de aprendizagem/ilustração e educadores especialistas no ensino às pessoas cegas, por não terem o conhecimento suficiente a respeito da configuração tátil da imagem em relevo, tendem a produzir imagens com base na experiência de ensino, conforme as necessidades dos alunos ou do que consideram perceptível ao tato.

6.7 Sumarização e desdobramentos

O presente capítulo apresentou os resultados do estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto realizado com 5 especialistas em desenvolvimento de ilustração e/ou objetos de aprendizagem acessíveis e 5 educadores especialistas no ensino de pessoas cegas que também desenvolvem/adaptam objetos de aprendizagem, caracterizando a *Etapa 2* da pesquisa.

Enquanto estudo exploratório, este buscou verificar a pertinência das variáveis gráficas utilizadas em imagens táteis acessíveis, sintetizadas para os fins desta dissertação a partir do quadro analítico apresentado no *Capítulo 3*.

Com base nos resultados obtidos, o próximo capítulo apresenta uma discussão comparativa do *card sorting* com as variáveis gráficas estabelecidas no quadro analítico, e também a comparação do estudo analítico (*Etapa 1*) com o estudo analítico por júri (*Etapa 2*). Com isso, contribui-se para a investigação da sintaxe gráfica da imagem tátil para ser acessível às pessoas cegas, objetivo principal desta pesquisa.

Capítulo 7 | Discussão geral

Neste capítulo é apresentada uma comparação dos resultados obtidos nas duas etapas de estudos (*Etapa 1 – estudo analítico* e *Etapa 2 – estudo de campo*), relacionando as informações obtidas aos aspectos citados na literatura e diretrizes de acessibilidade. Conforme mencionado no *Capítulo 4 – Métodos de Pesquisa*, cada estudo foi realizado para atingir a um objetivo específico. Por sua vez, a discussão a seguir está voltada ao objetivo geral da pesquisa, isto é, identificar a sintaxe gráfica que a imagem tátil deve possuir com o intuito de ser acessível às pessoas cegas.

Considerando o quadro analítico proposto (*Capítulo 3*); o estudo analítico (*Capítulo 5*) e o estudo de aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto (através de *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevistas semiestruturadas) (*Capítulo 6*), a discussão comparativa deste capítulo foi realizada da seguinte maneira:

- Variáveis de análise propostas (*Capítulo 3*) x *card sorting* (*Capítulo 6*)
- Estudo analítico proposto (*Capítulo 5*) x estudo analítico por júri (*Capítulo 6*)
- Variáveis de análise propostas (*Capítulo 3*) x entrevistas com os especialistas (*Capítulo 6*)

7.1 Variáveis de análise propostas x *card sorting*

Os resultados do *card sorting* foram apresentados no Capítulo 6 de acordo com o grupo de participantes (**Grupo 1 – desenvolvedores** e **Grupo 2 – educadores**). Desta forma, a discussão das informações é guiada de acordo com a organização hierárquica do quadro analítico (*Apêndice D*) comparada às classificações propostas pelos grupos, conforme os níveis de variáveis gráficas (**Nível 1 – Imagem** e **Nível 2 – Relação imagem e texto**) estabelecidos no *Capítulo 3*, com a finalidade de verificar a concordância de variáveis.

De modo geral, os cartões com variáveis gráficas apresentados para os participantes não foram facilmente compreendidos, pois a falta de familiaridade com as nomenclaturas das variáveis gráficas dificultou a tarefa. Os subníveis praticamente não foram identificados, apenas as variáveis gráficas associadas a eles. Por esse motivo, a consulta ao áudio do *card sorting* foi imprescindível para relacionar as informações, e analisá-las.

Em relação ao **Nível 1 – Imagem**, os resultados apresentaram-se levemente dissonantes ao que foi proposto no *Capítulo 3. Componentes*

gráficos, elementos de orientação e completude foram os subníveis com maior concordância de variáveis.

Pode-se observar que os grupos, consideraram os **componentes gráficos** (ponto e linha) como os elementos fundamentais para a criação de representações gráficas táteis; o ponto sendo utilizado pela linguagem braile e a linha como variável gráfica principal para o contorno das imagens, conforme sinaliza Duarte (2004).

No subnível **elementos de orientação** foram indicados os cartões referentes aos números/letras como elementos que orientam a leitura da imagem relacionando-a com a legenda. Porém, de acordo com a classificação proposta, as variáveis com esta função pertencem ao subnível “elementos de ligação ou separação”. (ENGELHARDT, 2002)

Quanto ao subnível **elementos simbólicos**, as linhas e marcas semânticas (HORN, 1998; AZEVEDO, 2006; SPINILLO, AZEVEDO & BENEVIDES, 2004) foram indicadas como variáveis relevantes, pois são elementos que eventualmente podem constar nas representações gráficas táteis, para representar e/ou sinalizar algum aspecto da imagem.

A textura/preenchimento foi a principal variável gráfica dos **elementos enfáticos**. Porém, de acordo com diretrizes de acessibilidade (*Apêndice B*) e Macedo (2010), a variável gráfica essencial para ênfase de imagens táteis é a presença de contraste figura/fundo, pois essa diferenciação cromática possibilitará a leitura visual, por aqueles que apresentem baixa visão; e tátil, quando for expressada em relevo. Entretanto, esta variável foi considerada por apenas 4 participantes (videntes). A textura/preenchimento como tendência para a representação tátil, é defendida por Gibson (1962); Silva (2008); Loch (2008).

Independente da **completude** da representação, a imagem desenvolvida e/ou adaptada deve ser simplificada para facilitar a aquisição da informação. (SILVA, 2008; MACEDO, 2010; NDA, 1999; IMS, 2002; WAI, 2002; W3C – WCAG, 2008; NCAM, 2009; UKAAF, 2012). De acordo com os participantes é importante, no momento de desenvolvimento/ adaptação de uma imagem, definir a necessidade informacional da representação, o assunto, bem como a ênfase que se deseja inferir na imagem. A partir dessas informações é possível decidir a completude e a vista que melhor representa a informação a ser transmitida.

Apesar da **vista** frontal ter sido considerada tendência do *card sorting*, o subnível apresentou opiniões diversas. Entretanto, o tipo de vista importante para a representação bidimensional tátil é uma discussão ainda não muito abordada pela literatura apresentada nos *Capítulos 1 e 2*. De acordo com o modelo do cânone egípcio (SILVA, 2008), a representação gráfica da figura humana de perfil é a mais indicada, porém não é possível generalizar essa informação para representações gráficas diferentes da figura humana. Os participantes relataram que independentemente do tipo de vista que a imagem possa apresentar, é importante inserir textos de suporte, como título e legenda para explicar a imagem e sua configuração. (SILVA, 2008; LOCH, 2008; MACEDO, 2010; NDA, 1999; IMS, 2002; WAI, 2002; W3C – WCAG, 2008; NCAM, 2009; UKAAF, 2012).

Houve divergência de interpretação em relação a variável gráfica **seta**, o que causou certo questionamento ao pesquisador. A variável gráfica, apontada nos subníveis “elementos de orientação, simbólicos e enfáticos” pode indicar, conforme Horn (1998), direção, movimento, fluxo ou lincagem. Entretanto, para **P1**, **P7** e **P10**, a variável que indica essas funções pode ser apenas uma linha, sem a terminação triangular que sinaliza sua direção. Já para os demais participantes, a linha precisa, necessariamente ter a terminação para ser considerada uma seta. Segundo Horn (1998), a linha além de ser um elemento básico da sintaxe visual, pode ser um elemento de lincagem ou divisão, porém com características semânticas diferentes da seta. Dessa forma, ainda persiste o questionamento: **linhas de lincagem e setas podem ser tratadas com a mesma função sintática?**

Já em relação ao **Nível 2 – Relação imagem e texto**, observou-se concordâncias com o que foi proposto no *Capítulo 3* sobre a *apresentação do texto e elementos de lincagem/separação*.

Pode-se observar que ambos os grupos, consideram as variáveis gráficas *título* e *legenda* como elementos essenciais para conter em uma representação tátil. A presença de texto em braile é muito importante, pois é ele que introduz o conteúdo da imagem tátil à pessoa cega, em conformidade com as diretrizes de acessibilidade (SILVA, 2008; MACEDO, 2008; NDA (1999), IMS (2002), WAI (2002), W3C – WCAG (2008), NCAM (2009), UKAAF (2012)

Quanto aos **elementos de lincagem/separação**, os resultados apontaram variáveis distintas como linha, espaço vazio, números/letras e *box*. Os dois primeiros foram os mais assinalados, o *box* apresentou apenas 3 apontamentos, e foi justificado como desnecessário, pois ele funciona como elemento de separação visual, onde a informação é inserida com o objetivo de ser diferenciada das demais, como um destaque. Para separar texto em braile da imagem em relevo, sua utilização não é vista como necessária, pois será apenas mais uma informação a ser interpretada pelo tato. Esta variável, fundamentada por Engelhardt (2002) como container, é relacionada a elementos visuais e, não é considerada relevante para imagens táteis.

Em relação as variáveis incluídas pelos participantes, a cor, estrutura/ configuração, variações de linhas, formas geométricas e setas como elementos de lincagem estão fundamentadas na literatura de acordo com Bertin (1986), Horn (1998), Engelhardt (2002) e Loch (2008).

A variável **estética** carrega uma informação subjetiva à sintaxe gráfica apresentada nesta dissertação, porém é um assunto que pode ser questionado em outro estudo, com o objetivo de indagar se representação tátil pode carregar conceitos estéticos para pessoas cegas, representando sentimentos através de texturas diferentes, por exemplo.

Já variável **temperatura**, pode ser apresentada como variável informacional, e não gráfica. A sua descrição pode ser representada através de elementos simbólicos, como marcas semânticas (AZEVEDO, 2006; SPINILLO, AZEVEDO & BENEVIDES, 2004); elementos enfáticos, através de textura/preenchimento (BERTIN, 1986; HORN, 1998) com indicação de significado através de legenda ou textos explicativos (BARTHES, 1964; BASSY, 1974; SILVA, 2008; LOCH, 2008).

Sob um panorama geral, considera-se que a técnica aplicada foi útil como um *brainstorm* de variáveis gráficas que podem ser relacionadas às imagens táteis para pessoas cegas. As nomenclaturas adotadas e o conhecimento prévio dos especialistas sobre a representação tátil contribuíram para os resultados obtidos. Desta forma, questiona-se a possibilidade de revisão de nomenclaturas, inserção de variáveis gráficas relacionadas a estrutura/ configuração da representação, aprimorando a apresentação de linhas, formas geométricas e setas além da abrangência da literatura consultada na academia e entre profissionais.

O *Quadro 7.1* sumariza os principais apontamentos do *card sorting* relacionados às variáveis propostas no *Capítulo 3*.

Quadro 7.1 Principais apontamentos do *card sorting* relacionados às variáveis propostas no Capítulo 3

Grupos de variáveis	Principais apontamentos	Comentários
<i>Nível 1 – Imagem</i>		
<i>Componentes gráficos</i>	Apresentar as variáveis de linha	–
<i>Elementos de orientação</i>	Inserção da variável estrutura: como a imagem é formada.	Necessário conhecimento prévio da literatura;
	Setas podem confundir	Nomenclatura confusa.
<i>Elementos simbólicos</i>	Setas podem confundir	Necessário conhecimento prévio da literatura;
		Nomenclatura confusa.
<i>Elementos enfáticos</i>	Adição de cores e temperatura	Necessário conhecimento prévio da literatura;
	Setas podem confundir	Nomenclatura confusa.
<i>Compleitude</i>	A compleitude depende da situação.	Nomenclatura confusa.
<i>Vistas</i>	Deve ser indicada na imagem.	Necessário conhecimento prévio da literatura;
<i>Nível 2 – Relação imagem e texto</i>		
<i>Apresentação</i>	Rótulo semelhante à legenda	Necessário conhecimento prévio da literatura;
		Nomenclatura confusa.
<i>Elementos de ligação/ separação</i>	Box é desnecessário	Necessário conhecimento prévio da literatura;
	Seta é relevante	Nomenclatura confusa.

A seguir são comparados os resultados do estudo analítico de imagens táteis proposto nesta pesquisa (*Capítulo 5*) com os resultados do estudo analítico por júri realizado pelos especialistas (*Capítulo 6*).

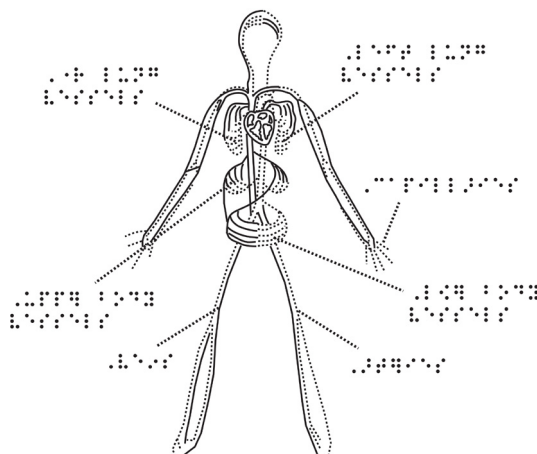
7.2 Estudo analítico x estudo analítico por júri

Os resultados do estudo analítico (*Etapa 1*), apresentado no *Capítulo 5*, foram relacionados às informações coletadas no estudo analítico por júri (*Capítulo 6*), com o objetivo encontrar explicações sobre a sintaxe gráfica tátil das imagens constituintes da amostra.

De modo geral, foram observadas discordâncias pontuais, entre ambas análises, tratadas a seguir de acordo com o **Nível 1 – Imagem** e **Nível 2 – Relação imagem e texto**.

Na primeira imagem analisada pelos participantes (*Figura 7.1*), houve discordâncias pontuais em relação à análise apresentada no *Capítulo 5*, conforme apresentado no *Quadro 7.2*.

Figura 7.1 Amostra 01 – Representação tátil do sistema circulatório



Quadro 7.2 Comparativo de análises – amostra 1

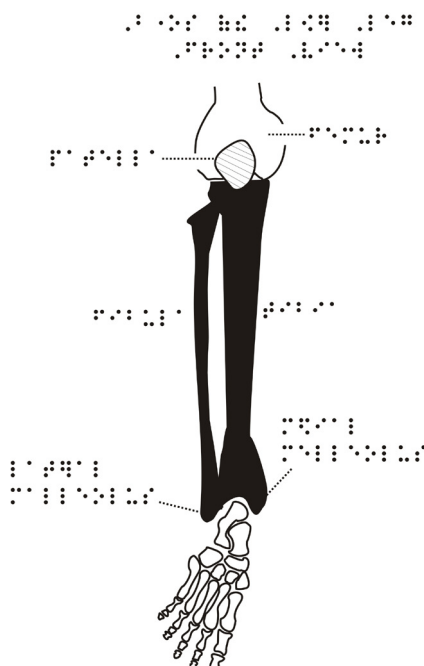
Grupos de variáveis	Estudo analítico	Estudo analítico por júri	
		Grupo 1	Grupo 2
Nível 1 – Imagem			
Componentes gráficos	Linha (tracejada e cheia)	Linha e ponto	Linha
Elementos de orientação	–	Números/letras	Números/letras; setas
Elementos simbólicos	–	Linhas	Linhas
Elementos enfáticos	Linhas; contraste figura-fundo	Textura/preenchimento	Textura/preenchimento; linhas
Compleitude	Representação completa e parcial	Representação completa	Representação parcial
Vistas	Frontal	Frontal	Frontal
Nível 2 – Relação imagem e texto			
Apresentação	Rótulo	Rótulo	Legenda
Elementos de ligação/separação	Linha	Linha e espaço	–

No **Nível 1 – Imagens**, a linha foi considerada o principal componente gráfico; representação parcial com vista frontal. Entretanto, os **elementos enfáticos** apresentaram apontamentos distintos. Os participantes selecionaram as variáveis textura/preenchimento e linhas, enquanto o **estudo analítico proposto** apontou a variável linha e contraste figura-fundo. De acordo com as explicações dos participantes, a proximidade e das linhas nesta representação tende a formar uma superfície com “padrão gráfico”, e não linhas isoladas. A partir disso, pode-se inferir que a representação tende a não apresentar boa configuração de leitura tátil.

Já o **Nível 2 – Relação imagem e texto** indicou o rótulo como principal variável de apresentação e a linha como elemento de lincagem/separação. Pode-se observar que houve equívoco de interpretação das nomenclaturas das variáveis. O termo legenda, nomenclatura mais conhecida pelo **Grupo 2 – educadores**, foi confundido com a terminologia rótulo.

Na segunda representação tátil, *Figura 7.2*, houve poucas discordâncias entre os estudos (*Quadro 7.3*).

Figura 7.2 Amostra 02 – Representação tátil dos ossos inferiores da perna



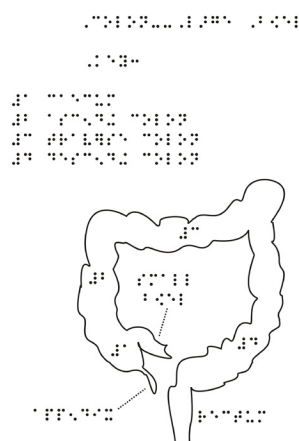
Quadro 7.3 Comparativo de análises – amostra 2

Grupos de variáveis	Estudo analítico	Estudo analítico por júri	
		Grupo 1	Grupo 2
Nível 1 – Imagem			
Componentes gráficos	Linha	Linha e ponto	Linha
Elementos de orientação	–	–	–
Elementos simbólicos	Linha	Marcas semânticas	Linha
Elementos enfáticos	Linhas; contraste figura-fundo; textura/ preenchimento	Textura/ preenchimento	Textura/ preenchimento
Compleitude	Representação completa e parcial	Representação parcial	Representação completa e parcial
Vistas	Frontal	Frontal	Frontal
Nível 2 – Relação imagem e texto			
Apresentação	Título; rótulo	Título; rótulo	Título
Elementos de ligação/ separação	Linha; espaço	Linha e espaço	–

O **Nível 1 – Imagem** apresenta a linha como principal componente gráfico; linha e marcas semânticas como elementos simbólicos; representação parcial com vista frontal, sem indicação significativa de elementos de orientação. Da mesma forma que a análise da amostra 1, a amostra 2 também apresentou apontamentos distintos em relação aos **elementos enfáticos**. O estudo apontou as variáveis linha, contraste figura fundo e textura/preenchimento como variáveis de ênfase, enquanto os participantes selecionaram apenas as variáveis textura/preenchimento.

Já o **Nível 2 – Relação imagem e texto** indicou título e rótulo como modos de apresentação do texto e a linha e espaço vazio como elementos de ligação/ separação.

Por fim, a última imagem analisada, (*Figura 7.3*), apresentou maiores concordâncias entre os estudos analíticos (*Quadro 7.4*).

Figura 7.3 Amostra 03 – Representação tátil do intestino grosso

Quadro 7.4 Comparativo de análises – amostra 3

Grupos de variáveis	Estudo analítico	Estudo analítico por júri	
		Grupo 1	Grupo 2
Nível 1 – Imagem			
Componentes gráficos	Linha	Linha	Linha
Elementos de orientação	Números/letras	–	Números/letras
Elementos simbólicos	–	–	–
Elementos enfáticos	Linhas	Linhas	
Compleitude	Representação completa e parcial	Representação completa	Representação completa
Vistas	Frontal	Frontal	Frontal
Nível 2 – Relação imagem e texto			
Apresentação	Título; legenda	Título; rótulo; legenda	Título; blocos de texto
Elementos de lincagem/separação	Linha; espaço; números/letras	Linha; espaço; números/letras	–

O **Nível 1 – Imagem** indicou uniformidade de variáveis gráficas. Foi indicada a linha como componente gráfico; números e letras como elementos de orientação; linhas como elementos enfáticos e representação completa com vista frontal.

Entretanto, o **Nível 2 – Relação imagem e texto** apresentou maior discordância. O título foi uma variável identificada em ambos estudos, porém as variáveis rótulo, bloco de texto e legenda – assinaladas pelos participantes, contradizem com a análise proposta, que indicou apenas a legenda.

No estudo analítico proposto, existe a variável números e letras como elemento de orientação e lincagem/separação, visto que relacionam a imagem ao texto apresentado como legenda. Entretanto, o **Grupo 1 – desenvolvedores**, indicou essa variável como rótulo, sem relacionar a variável à função.

O **Grupo 2 – educadores** relatou que a disposição textual da legenda na parte superior, não é usual. Segundo o grupo, legendas são apresentadas na parte inferior da imagem.

A partir do que foi recorrido, é possível observar que em relação as variáveis do **Nível 1 – Imagem**, a concordância entre o **Grupo 1 – Desenvolvedores**, **Grupo 2 – educadores** e o **estudo analítico proposto** foi equilibrada. Entretanto, em relação ao **Nível 2 – Relação imagem e texto** houve maior concordância entre a análise proposta e as realizadas pelo **Grupo 1 – desenvolvedores**. Dessa forma, é possível inferir que este grupo possui maior familiaridade a respeito dos conceitos e nomenclaturas de variáveis sobre o **Nível 2 – Relação imagem e texto** do que o **Grupo 2 – educadores**.

Para finalizar, o *Quadro 7.5* sintetiza os principais apontamentos de variáveis gráficas e comentários referentes aos estudos apresentados no *Capítulo 5* e *Capítulo 6*.

Quadro 7.5 Principais apontamentos dos estudos analíticos

Grupos de variáveis	Principais apontamentos	Comentários
<i>Nível 1 – Imagem</i>		
<i>Componentes gráficos</i>	Linha	–
<i>Elementos de orientação</i>	Números/letras	–
<i>Elementos simbólicos</i>	Linhas	–
<i>Elementos enfáticos</i>	Textura/preenchimento; contraste figura-fundo	Se a disposição dos elementos for muito próxima, tende a ser percebido como um elemento único.
<i>Compleitude</i>	Representação completa e parcial	Depende do referente/ título da representação.
<i>Vistas</i>	Frontal	Necessário informar o tipo de vista em forma textual.
<i>Nível 2 – Relação imagem e texto</i>		
<i>Apresentação</i>	Título; rótulo	Rótulo é ainda muito confundido com legenda
<i>Elementos de ligação/separação</i>	Linha; espaço	A linha de ligação deve ser diferenciada das demais utilizadas na representação.

A seguir são comparadas brevemente as variáveis propostas no *Capítulo 3* desta dissertação e as entrevistas realizadas com os especialistas (*Capítulo 6*).

7.3 Variáveis de análise propostas x entrevista

As entrevistas semiestruturadas consistiram em um roteiro contendo 5 tópicos (*Apêndice M*) relacionados às variáveis gráficas mencionadas durante o estudo (*card sorting* e estudo analítico por júri). Os resultados desse estudo foram discutidos no *Capítulo 6*.

Como apresentado anteriormente, os participantes consideraram a dificuldade de aplicação das variáveis mediana. Em uma escala de 1 a 5, sendo 1 muito fácil e 5 muito difícil, a média das respostas ficou em 2,9. De modo geral, foi destacado como dificuldade a falta de familiaridade com a nomenclatura das variáveis gráficas. Muitos conceitos necessitaram da explicação do pesquisador e, após o esclarecimento, concluíram que conheciam o conceito da variável, mas a terminologia utilizada apresentava-se complexa.

Como mencionado no *Capítulo 6*, não houve concordância em relação às variáveis **mais necessárias** para compor o quadro analítico. Porém, o componente gráfico mais apontado foi a linha, como a variável gráfica responsável pelo contorno da imagem (DUARTE, 2004). A presença da informação textual, através de título e legenda é defendida pelas diretrizes de acessibilidade, que afirmam que a informação deve ser apresentada em vários formatos para garantir a acessibilidade. Para os

participantes do estudo, os elementos enfáticos da representação tátil são a textura/preenchimento, fundamentada por Gibson (1962); Silva (2008); Loch (2008); e o contraste figura-fundo, variável imprescindível para a diferenciação tátil conforme *NDA* (1999), *IMS* (2002), *WAI* (2002), *W3C – WCAG* (2008), *NCAM* (2009), *UKAAF* (2012) e Macedo (2010).

Por fim, as variáveis números e letras como elemento de orientação foram as indicadas com maior relevância para a representação tátil. (ENGELHARDT, 2002)

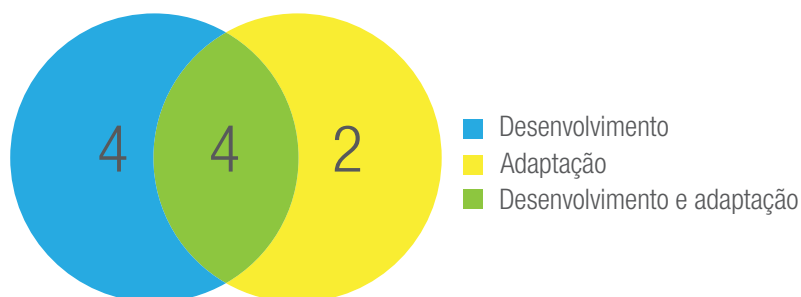
Devido à dificuldade de entendimento das variáveis e subníveis, algumas sugestões de mudança de nomenclatura foram levantadas, pois termos como **rótulo**, **legenda** e **espaço** apresentam-se ambíguos sob a ótica dos especialistas.

A variável “**rótulo**” foi confundida com “**legenda**”, e mesmo com a explicação do pesquisador, os participantes resistiram em relacionar rótulo somente à embalagem. Já o termo **legenda** foi algumas vezes interpretado como “texto explicativo da imagem”. Porém, essa definição também serve para as variáveis “**título**” ou “**bloco de texto**”. Logo, é possível inferir a necessidade de diferenciação entre tipos de texto explicativos.

O **espaço**, como elemento de separação entre imagem e texto, foi uma variável gráfica defendida por todos os participantes e encontra respaldo em Engelhardt (2002). Como complemento, os educadores sugeriram a linha como facilitador de ligação e separação entre dois tipos de informação, caso esta possua aspecto diferenciador, pois conforme os participantes, a presença da linha como elemento não constituinte da imagem principal pode confundir o leitor cego, principalmente se está apresentado sobreposto à imagem ou com a mesma espessura e tipo de linha da imagem principal. De acordo com *NDA* (1999), *IMS* (2002), *WAI* (2002), *W3C – WCAG* (2008), *NCAM* (2009), *UKAAF* (2012), a sobreposição de informações gráficas deve ser evitada com o intuito de simplificar a representação gráfica tátil.

Mudanças na configuração do quadro analítico não foram pontuadas. Em geral os participantes conseguiram utilizar o quadro de forma ágil, porém enfatizaram a necessidade da apresentação dos conceitos das variáveis antes de iniciar a análise, para então familiarizarem-se com o conteúdo e realizarem uma análise com mais propriedade. Variáveis como orientação e escala, defendidas por Silva (2008) como variáveis imprescindíveis para o reconhecimento tátil, não foram mencionadas pelos participantes.

Em relação ao quadro analítico, a maioria dos participantes acredita que este pode ser útil mais para o desenvolvimento do que adaptação de imagens em relevo (*Gráfico 7.1*), com a finalidade de auxiliar o processo de criação/ adaptação das imagens táteis.

Gráfico 7. 1 Utilização do quadro analítico

Embora não tenha havido concordância dos especialistas quanto à inserção ou retirada de variáveis gráficas, questiona-se aqui a inclusão de algumas variações de linhas, padrões gráficos, disponibilização do texto em braile e no idioma materno (no caso o português), para que o quadro se torne um guia para uniformizar o processo de desenvolvimento/ adaptação de representações táteis de objetos de aprendizagem, de modo que o material possa cumprir com sua função, sendo reaproveitado, reutilizado e referenciado durante o processo de ensino (JOHNSON, 2003; IEEE LTSC, 2010).

7.4 Síntese

De modo geral foi possível identificar que houveram diferentes pontos de vista, entre desenvolvedores e educadores, e literatura, sobre as variáveis gráficas apresentadas.

A respeito do nível das imagens, os desenvolvedores consideraram o ponto e a linha como componentes gráficos das imagens táteis, concordando com a literatura que define que esses componentes são os elementos gráficos básicos que constituem qualquer representação gráfica visual ou tátil (BERTIN, 1986; ARNHEIM, 1992; HORN, 1998; LOCH, 2008). Os educadores apontaram apenas a linha como componente gráfico principal. Todos enfatizaram que ela pode apresentar diversas configurações: pontilhada, tracejada, espiralada, zig-zag e diferentes espessuras (BERTIN, 1986; HORN, 1998; LOCH, 2008). Segundo eles, o ponto, elemento característico do braile, normalmente não é utilizado sozinho em representações táteis, entretanto, a sequência de pontos, próximos ou distantes (linha ou linha pontilhada) é mais recorrente.

Sobre os elementos de orientação houve concordância entre os dois grupos de participantes. Números e/ou letras foram apontados como elementos que podem orientar a leitura da representação gráfica, conforme definições de Horn (1998) e Engelhardt (2002). A variável seta foi pouco assinalada. Houve divergência de interpretação do conceito “seta” o que causou certo questionamento ao pesquisador. A variável gráfica, apontada nos subníveis “elementos de orientação, simbólicos e enfáticos” pode indicar, conforme Horn (2008), direção, movimento, fluxo ou lincagem.

Entretanto, para 1 desenvolvedor e 2 educadores, a variável que indica essas funções pode ser apenas uma linha, sem a terminação triangular que sinaliza sua direção. Já para os demais participantes, a linha precisa, necessariamente ter a terminação para ser considerada uma seta. Segundo Horn (1998), a linha além de ser um elemento básico da sintaxe visual, pode ser um elemento de lincagem ou divisão, porém com características semânticas diferentes da seta. Dessa forma, linhas de lincagem e setas podem ser tratadas com a mesma função sintática?

No que diz respeito aos elementos enfáticos, enquanto os educadores indicaram a variável textura/preenchimento, os desenvolvedores mencionaram também o contraste figura-fundo. O motivo pelo qual os educadores não consideraram esta variável pode ser justificado pelo fato de que ela é inerente à representação em relevo. De acordo com Gibson (1992) a textura é mais importante que a variação cromática em uma representação tátil. Já o contraste figura-fundo é uma variável imprescindível para a percepção da informação, tanto em relevo quanto visual, conforme recomendações de acessibilidade (NDA, 1998; MACEDO, 2010).

As variáveis da completude da representação tátil foram assinaladas por todos os participantes. A maioria indicou que esta variável está diretamente relacionada ao título da imagem - a partir de um referente é possível estabelecer a completude da representação. Referenciando as diretrizes de acessibilidade (IMS, 2002; W3C-WCAG 2.0, 2008; WAI, 2002; MACEDO, 2010; NCAM, 2009; NDA, 1999) que recomendam a apresentação da informação através de texto equivalente em braile ou áudio, Loch (2008) complementa que, independente no canal, a presença de título é fundamental em uma representação tátil.

O último subnível do Nível – Imagens, também apresentou opiniões distintas entre os participantes. Enquanto os desenvolvedores inferiram que as representações são majoritariamente com vista frontal, os educadores também adicionaram a vista lateral, concordando com Loch (2008). A definição de vista, de acordo com os participantes depende do objetivo da ilustração. Eles não consideraram relevante a menção dessa informação em um primeiro momento, contradizendo as recomendações de acessibilidade que definem a importância da apresentação da configuração da imagem no suporte, indicando uma breve orientação espacial e o tipo de vista representado (LOCH, 2008; NCAM, 2009).

A presença de informação textual em uma imagem tátil apresenta grande importância para a exploração tátil (LOCH, 2008; SILVA, 2008). O primeiro subnível do Nível – Relação imagem e texto, denominado “apresentação”, mostrou diferentes interpretações a respeito das variáveis título, rótulo e legenda. Estas foram apontadas pelos desenvolvedores, enquanto os educadores não inferiram a variável rótulo. De acordo com Engelhardt (2002) o rótulo é um elemento que traz um significado de um objeto gráfico de acordo com sua proximidade espacial. De modo geral, este elemento apresentou uma terminologia desconhecida pelos participantes, que comumente, confundiram com a variável legenda.

Por fim, os elementos de lincagem/ separação, espaço vazio e a linha foram as variáveis mais assinaladas pelos participantes. De acordo com Barthes (1964) e Bassy (1974) quando existe a presença de texto e

imagem, a relação entre eles acontece de alguma forma, podendo ser texto como complemento ou ancoragem. Para unir ou separar esses dois tipos de informação existem os elementos de lincagem/separação (ENGELHARDT, 2002).

7.5 Conclusão geral

A comparação entre os estudos realizada no presente capítulo aponta aspectos comuns e divergentes entre as variáveis propostas (*Capítulo 3*), estudo analítico (*Capítulo 5*) e o estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto (*Capítulo 6*).

A primeira discussão comparou os resultados do *card sorting* realizado pelos especialistas e a organização das variáveis proposta no *Capítulo 3*. Foram constatadas dificuldades quanto à nomenclatura utilizada e a necessidade de conhecimento prévio da literatura para a compreensão dos conceitos das variáveis gráficas.

Essas constatações foram reforçadas na segunda discussão, envolvendo os resultados do estudo analítico proposto (*Capítulo 5*) e do estudo analítico por júri (*Capítulo 6*). Acredita-se que a nomenclatura adotada na literatura não é de fácil dedução e que uma nova terminologia possa vir a ser necessária futuramente. Em contrapartida, também se cogita a necessidade de maior alcance da literatura referente à linguagem gráfica entre os especialistas desenvolvedores e educadores, com o intuito de viabilizar a análise das representações táteis, preparando os profissionais para desenvolverem ou adaptarem imagens para objetos de aprendizagem acessíveis.

A partir dos resultados foi possível compreender que o quadro analítico necessita evidenciar os tipos de linhas (pontilhada, tracejada, etc.) e de texturas/preenchimento que podem ser utilizados no momento de desenvolvimento da representação tátil, com o objetivo de inferir uma uniformização de apresentação da informação.

No intuito de otimizar o quadro analítico proposto nesta dissertação, a seguir são apresentadas as alterações pontuais, em relação à construção das imagens, de acordo com os resultados das etapas e sugestões dos participantes tendo como base a amostra analisada:

- Apresentar o texto da imagem de forma alternativa ao braile (**P5**);
- Evidenciar a diferenciação entre componentes gráficos/ tipos de linhas – pontilhada, tracejada, etc. (**P2, P9, P10**);
- Melhorar a apresentação das setas como elementos de orientação (**P10**);
- Apresentar a legenda sempre inferior à imagem (**P10**);
- Apresentar a imagem com alto contraste e cores para serem úteis também no ensino de pessoas com baixa visão (**P7**);

- Pensar em uma padronização de variáveis gráficas para a construção de imagens em relevo (**P5**);
- Alterar ou explicar a nomenclatura das variáveis gráficas espaço, rótulo e legenda.

Por fim, foram comparadas as variáveis gráficas propostas (*Capítulo 3*) com as entrevistas semiestruturadas (*Capítulo 6*), reafirmando os aspectos levantados nas duas discussões anteriores e contribuindo para a identificação da sintaxe gráfica tátil presente no repositório de imagens táteis *TGIL* (APH, 2013).

Embora não tenha havido concordância entre os especialistas quanto às mudanças sobre a organização do quadro analítico proposto, questiona-se a alteração de alguns termos, bem como uma breve apresentação das variáveis gráficas ao expor o quadro analítico.

Desta forma, o quadro foi atualizado (*Apêndice P*), mantendo o cabeçalho onde comporta a apresentação da imagem: um espaço para inserir a representação e na coluna seguinte, a identificação da imagem. Foram adicionados itens para indicar a orientação da imagem (vertical ou horizontal), bem como a sinalização de escala, tendo o corpo humano como referência para unidade de medida.

A primeira coluna foi mantida, apenas com complemento para alguns termos: “Vistas representadas” ao invés de “vistas”, “espaço vazio entre elementos gráficos” ao invés de “espaço vazio”. A coluna referente à descrição/variação da variável foi substituída para “característica da variável”, apresentando opções para preenchimento, como tipos de linha; completude da imagem em relação ao título ou à representação; explicação de rótulo e legenda; e o posicionamento dos elementos textuais (título e blocos de texto).

7.6 Sumarização/ desdobramentos

Neste capítulo foram realizadas discussões comparativas entre os resultados dos estudos que compõem as *Etapas 1* e *2* da pesquisa, isto é, estudo analítico e o estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto. De modo geral, foi discutido sobre as variáveis gráficas do quadro analítico proposto nesta dissertação (*Capítulo 3*), com o objetivo de contribuir para a investigação da sintaxe gráfica das imagens táteis presentes em bancos de imagens táteis digitais.

No próximo capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais desta dissertação. As questões de pesquisa e os objetivos apresentados na introdução deste documento são resgatados e, em seguida, são propostos desdobramentos para futuros estudos sobre a acessibilidade de imagens em objetos de aprendizagem para cegos sob a ótica do Design da Informação.

Capítulo 8 | Conclusão e considerações finais

Este capítulo apresenta o desfecho do presente estudo, o qual investigou **a sintaxe gráfica das imagens táteis** presentes no repositório de imagens táteis *TGIL – Tactile Graphic Image Library*. A seguir são apresentadas as principais conclusões do estudo com base em uma revisão crítica a respeito dos resultados obtidos. A pergunta de pesquisa é confrontada com os resultados gerais/ objetivos do estudo e as contribuições metodológicas, dificuldades e limitações da pesquisa são apresentadas. O capítulo é finalizado com possíveis desdobramentos para estudos futuros e algumas considerações finais.

8.1 Principais conclusões

Tendo como referência a revisão de literatura e as etapas de investigação aplicadas nesta pesquisa, são estabelecidas algumas conclusões. Primeiramente pode-se observar que o estudo sobre a sintaxe gráfica de imagens táteis é pouco abordado na literatura. Apesar de existirem normas e diretrizes de acessibilidade para a apresentação de imagens, tanto em suporte digital quanto impresso, as recomendações são pouco ou erroneamente respeitadas.

A pesquisa constatou que as imagens pertencentes ao repositório de imagens táteis *TGIL* (APH, 2013) apresentam uma sintaxe gráfica tátil passível de interpretação por pessoas cegas, pois respeitam a maior parte das diretrizes de acessibilidade de acordo com (NDA, 1999; IMS, 2002; WAI, 2002; W3C – WCAG, 2008; NCAM, 2009; UKAAF, 2012) e Macedo (2010). Entretanto, sob a ótica de desenvolvedores e educadores, as imagens ainda exibem falhas de estrutura e organização de conteúdo textual e imagético que comprometem o acesso à informação, como por exemplo, a sobreposição de elementos, pouca diferenciação entre tipos de linhas, e falta de texto explicativo, características essenciais para a percepção tátil.

Com base nas comparações mencionadas, foi possível identificar as variáveis gráficas com maior e menor grau de recorrência na amostra analisada:

- O principal componente gráfico encontrado nas representações táteis é a linha;
- Elementos de orientação e simbólicos não foram identificados;
- Contraste figura-fundo, textura e preenchimento são os principais elementos enfáticos;

- De modo geral a representação é apresentada de forma completa;
- Há certo equilíbrio em relação a disposição das vistas da imagem, porém as com maior incidência são as vistas frontal e seccionada;
- A apresentação do texto é feita através de título e rótulo. A legenda é pouco utilizada e blocos de texto são ausentes;
- Elementos de ligação/separação são pouco utilizados, visto que há pouco texto nas imagens. A linha e espaço foram as variáveis de ligação/separação encontradas, e a variável *box* é inexistente;

A partir desse resultado, conclui-se que a sintaxe gráfica tátil possui grande potencial informacional, logo estudos a respeito devem ser aprofundados para que possam auxiliar no desenvolvimento e/ou adaptação de imagens em relevo, para que estas possam ser inseridas em objetos de aprendizagem acessíveis, favorecendo a inclusão de pessoas com deficiência visual.

8.2 Respostas às perguntas de pesquisa e objetivos alcançados

O estudo sobre a sintaxe gráfica de imagens táteis se propôs a investigar, de modo exploratório, os componentes gráficos mais significativos para a representação em relevo. O caminho traçado para chegar a este fim foi guiado por três objetivos, que são retomados a seguir:

1. Propor um quadro analítico para imagens táteis a partir da literatura sobre linguagem gráfica; (*Capítulo 1,2 e 3*)
2. Identificar tendências da representação tátil através de análise gráfica de uma amostra de imagens táteis utilizadas em objetos de aprendizagem; (*Capítulo 5*)
3. Validar com desenvolvedores e educadores a aplicabilidade do quadro analítico proposto sobre as variáveis gráficas da imagem tátil; (*Capítulo 6*)

A fim de atender aos objetivos, a pesquisa foi dividida em três momentos: *Fundamentação teórica; Estudo analítico; e Estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto*. Ressalta-se que, como um estudo exploratório, nesses momentos foram tratados os aspectos mais relevantes de acordo com a literatura levantada, sem a pretensão de esgotar o estudo.

O quadro analítico para imagens táteis, referente ao primeiro objetivo, foi desenvolvido a partir dos dois capítulos iniciais desta dissertação, nos quais foi apresentada a fundamentação teórica sobre linguagem e representação gráfica, imagens táteis, objetos de aprendizagem e diretrizes sobre acessibilidade de imagens estáticas. A partir desses estudos, as variáveis gráficas foram selecionadas e separadas em dois níveis:

- **Nível 1 – Imagem** apresenta como subníveis: componentes gráficos, elementos de orientação, elementos simbólicos, elementos enfáticos, completude, vistas.
- **Nível 2 – Relação imagem e texto** contém os subníveis: apresentação e elementos de ligação/separação.

Considera-se que a literatura levantada foi suficiente para estabelecer a organização hierárquica das variáveis gráficas propostas no quadro. Porém notaram-se lacunas de estudos voltados à aplicação destas variáveis gráficas em representações táteis.

As pesquisas na área da cartografia exploram melhor o recurso tátil, porém também não apresentam “regras” para o melhor uso dos elementos gráficos. Talvez não seja necessário criar regras, pois para estas sempre há exceções, mas sim recomendações de quando utilizar as variáveis gráficas e suas variações, como por exemplo, os diferentes tipos de linhas, diferentes texturas e diferentes símbolos táteis.

A partir do quadro analítico proposto foi possível dar sequência ao estudo, e o segundo objetivo específico (Estudo analítico) foi iniciado. A análise gráfica de uma amostra de 42 imagens táteis, provenientes do banco de imagens táteis *TGIL* (APH, 2013), identificou a tendência da sintaxe gráfica das imagens táteis.

Com base nos resultados da análise, foram identificadas quais as variáveis gráficas apresentam maior representatividade nas imagens táteis. Neste âmbito acredita-se que o segundo objetivo específico foi atingido com sucesso. No entanto, é importante salientar que a tendência resultante desta etapa não garante a acessibilidade das imagens, visto que estas respeitam apenas algumas características de acessibilidade, conforme levantado nos *Capítulos 1 e 2*.

Na sequência, sob a ótica de desenvolvedores de objetos de aprendizagem/ilustração e educadores especialistas no ensino às pessoas cegas, foi realizado o estudo da aplicabilidade/validação do quadro analítico proposto. Nesta etapa, composta por *card sorting*, estudo analítico por júri e entrevistas semiestruturadas, foi possível identificar a pertinência e a recorrência das variáveis propostas.

De modo geral, verificou-se grande dificuldade na compreensão da nomenclatura das variáveis gráficas; complexidade mediana na aplicação das variáveis na análise das imagens devido a repetição existente – a mesma variável gráfica pode ter funções semânticas distintas –; e dificuldade na separação de variáveis gráficas referentes ao texto e à imagem. Essas dificuldades parecem depender do conhecimento específico da literatura de linguagem gráfica, que os participantes, de modo geral, não possuíam. Apesar dos especialistas terem sido selecionados por possuírem alguma relação com o tema desta pesquisa, a expertise de cada um é única, e isso pode afetar na utilização de quadros analíticos, de forma geral. Entretanto, as considerações dos participantes foram relevantes e, com base no estudo analítico por júri, foi possível comparar a tendência de variáveis gráficas, confirmando que a textura/preenchimento é uma variável enfática importante, enquanto a sobreposição de elementos pode confundir o leitor

cego, uma vez que tem relação direta com o tipo de linha e/ou espessura – uma variante pouco utilizada para caracterizar elementos distintos em uma representação tátil.

Não houve menção sobre a necessidade de apresentação de **escala, orientação e proporção** na imagem tátil. De acordo com os educadores, a orientação é feita indiretamente, pelo modo de leitura ocidental - a orientação de leitura realizada pelas pessoas cegas. Entretanto, a literatura defende que seja mencionada a orientação da representação, indicando a escala e sua proporção no espaço, para que hajam associações mentais entre a representação tátil e o objeto real.

O texto em braile, quando apresentado em mais de uma linha junto à imagem pode confundir o leitor cego. De acordo com os especialistas, o texto apresentado em blocos tem a propensão de fazer parte da imagem, confundindo a percepção. A forma menos equivocada de unir texto e imagem seria com a utilização de elementos simbólicos ou numerais que direcionam a uma legenda na parte inferior da representação tátil, ou mesmo em outra “página”. Isso diminuiria possíveis confusões de interpretação entre elementos gráficos e o braile.

A variável gráfica seta, presente em “elementos de orientação, simbólicos e enfáticos” foi uma variável com interpretação equivocada. Para alguns participantes, a variável que indica essas funções pode ser apenas uma linha, sem a terminação triangular que sinaliza sua direção. Já para outros, a linha precisa necessariamente ter a terminação para ser considerada uma seta. A partir dessa colocação, a função sintática de **linhas de ligação** e **setas** gera um questionamento para pesquisas futuras.

As respostas às três questões preestabelecidas como objetivos específicos servem de respaldo para responder à pergunta de pesquisa. Acredita-se ter identificado contribuições relevantes sobre a sintaxe gráfica da imagem tátil, alcançando com sucesso o objetivo geral do estudo.

8.3 Considerações metodológicas e contribuições da pesquisa

Verificou-se que existem lacunas na literatura a respeito da sintaxe gráfica de imagens táteis. As publicações encontradas são relacionadas a linguagem gráfica de modo geral, e não tátil. Pesquisas que relatam estudos de campo sobre a percepção da informação tátil trazem resultados que, muitas vezes, não podem ser generalizados. As diretrizes existentes de acessibilidade de imagens estáticas trazem regras amplas, o foco na sintaxe gráfica tátil não é apresentado. Desta forma, acredita-se ter contribuído para a definição de uma ferramenta metodológica para identificar a sintaxe gráfica da imagem tátil. Almeja-se que outros estudos semelhantes possam ser realizados e que o quadro analítico proposto seja capaz de auxiliar o processo de desenvolvimento e adaptação de imagens táteis para objetos de aprendizagem acessíveis.

A pesquisa proposta também oferece contribuições para o Design da Informação, por se concentrar em aspectos inerentes à linguagem gráfica tátil, amadurecendo o conhecimento disponível sobre a configuração sintática da imagem em relevo. Enfatiza-se a importância da participação dos especialistas no estudo pois, através deles, foi possível delinear uma análise mais abrangente e compreender o conceito de processo de desenvolvimento/adaptação de imagens em relevo, por profissionais da área, porém não especialistas em design. A abordagem do estudo e da discussão geral mostram o interesse pelo público alvo, fortalecendo a contribuição acadêmica para o Design Centrado no Usuário.

Sob aspectos sociais, o presente estudo pode auxiliar no processo para a concepção da informação acessível para pessoas cegas. Desta forma, espera-se que as imagens táteis sejam desenvolvidas e/ou adaptadas tendo como pressuposto a qualidade do acesso à informação em relevo, independente do suporte em que for apresentada – em suporte tátil ou digital).

8.4 Limitações do estudo

A presente pesquisa não teve como objetivo esgotar o assunto. A primeira limitação do estudo foi em relação ao número de participantes aptos a colaborar. Houve dificuldade em encontrar profissionais na área de desenvolvimento de objetos de aprendizagem acessíveis – particularmente de imagens táteis. Alguns profissionais responsáveis pela adaptação de materiais didáticos para pessoas cegas, infelizmente não aceitaram participar da pesquisa pela justificativa de que as imagens presentes em objetos de aprendizagem, na maioria das vezes, são descritas através do braile, visto que o processo de tradução tátil é muito demorado, e inviável em muitos casos. Quando há necessidade, as imagens são adaptadas com barbantes, cola 3D, plástico, madeira, E.V.A, etc. não seguindo regras ou recomendações. Estes profissionais não se consideraram capazes de contribuir justamente por não conhecerem sobre o processo de adaptação tátil através de elementos gráficos “visuais”. Apesar disso, os profissionais que aceitaram participar do estudo, por mais que também apresentassem pouco conhecimento sobre o processo de adaptação, exprimiram considerações relevantes.

A segunda limitação está relacionada com o grau de subjetividade da aplicação das variáveis gráficas do quadro analítico proposto. Apesar do estudo indicar tendências da imagem tátil, e promover a discussão sobre o tema com base na literatura e opinião de profissionais diretamente relacionados com o objeto final do estudo, o caráter qualitativo e exploratório desta pesquisa não possibilita generalizações.

A última limitação do estudo diz respeito ao tempo disponível para a validação do quadro analítico proposto em uma situação real de uso, ou seja, no momento de desenvolvimento/adaptação de imagens táteis, com

o objetivo de identificar falhas de informação e verificar quais variáveis gráficas precisam de maiores especificações para auxiliar o profissional e otimizar o processo.

8.5 Desdobramentos para pesquisas futuras

Conforme mencionado, a diversidade de abordagens e divergências encontradas em recomendações/diretrizes e nas opiniões dos especialistas consultados, revelam que o campo permanece aberto à investigação. A literatura aborda pouco sobre imagens em relevo, e quando a faz, apresenta regras gerais que devem ser cumpridas para a apresentação da imagem, mas pouco se fala sobre os elementos gráficos que a compõem.

Espera-se que esta dissertação estimule estudos acadêmicos no âmbito do Design da Informação e da Linguagem Gráfica com foco na acessibilidade de imagens, além de contribuir para a racionalização do processo de produção da imagem tátil em objetos de aprendizagem. O tema aqui abordado permite alguns desdobramentos para trabalhos futuros:

- Reflexão sobre nomenclaturas atribuídas às variáveis gráficas;
- Reflexão sobre a função sintática de linhas de ligação e setas;
- Aplicação e validação do quadro analítico em uma situação real de uso;
- Revisão das variáveis propostas com base na situação real de uso;
- Validação (com pessoas cegas) das imagens táteis desenvolvidas/adaptadas a partir do quadro analítico proposto;
- Formulação de diretrizes para o desenvolvimento/adaptação de imagens táteis baseados na sintaxe gráfica tátil;

8.6 Considerações finais

Com a presente pesquisa considera-se ter contribuído para a compreensão inicial do tema no contexto da linguagem gráfica e do Design da Informação. Evidencia-se principalmente a contribuição metodológica, através da proposição de um quadro analítico da imagem tátil, que pode ser aprimorado em futuras pesquisas, para auxiliar no desenvolvimento e/ou adaptação de imagens em relevo. Quanto a isto, deve-se acrescentar que o quadro analítico proposto deve ser testado para o desenvolvimento de imagens táteis e estas devem ser avaliadas com o público alvo para que, em futuras pesquisas, sejam estabelecidas diretrizes para guiar desenvolvedores de objetos de aprendizagem acessíveis, bem como educadores, para a adaptação/desenvolvimento de imagens táteis.

Sinaliza-se a necessidade de um alfabetismo sobre a utilização da sintaxe gráfica tátil para auxiliar o desenvolvimento de imagens acessíveis às pessoas cegas. Dessa forma, desenvolvedores e educadores terão conhecimento sobre os conceitos e aplicações das variáveis gráficas visuais, e sintaxe gráfica tátil para auxiliar no desenvolvimento e adaptação de imagens para pessoas com deficiência visual.

As recomendações aqui propostas têm o objetivo de amadurecer o conhecimento neste campo, mostrando que a sintaxe gráfica tátil tem potencial para ser melhor aproveitada como veículo de acesso à informação para pessoas que carecem da visão. Espera-se que as considerações apresentadas possam indagar novos pesquisadores para que coloquem em prática as soluções propostas, aprimorando a qualidade de desenvolvimento e da apresentação de imagens táteis. Ainda que a pesquisa tenha suas limitações, acredita-se ter realizado considerações relevantes para a prática do design em imagens táteis.

Referências

- ADAM, D. *Adaptação Inclusiva do Livro Infantil "The Black Book of Colors"*. Trabalho de graduação (Design Gráfico) – UFPR, Curitiba, 2011.
- ADAM, D. L.; MACEDO, C. M. S. DE. *A imagem como veículo de acesso à informação em objetos de aprendizagem para deficientes visuais*. Info Design – Revista Brasileira de Design da Informação, v. 10, n. 2, p. 176-192, 2013. Disponível em: <<http://www.infodesign.org.br/revista/index.php/infodesign/article/viewFile/197/139>>. Acesso em: 19 Fev. 2014.
- (APH). AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND (Estados Unidos) (Comp.). *TGIL – Tactile Graphic Image Library*: Science. 2013. Inc. Disponível em: <<http://imagelibrary.aph.org/aphb/showAssets.jsp?categoryId=9>>. Acesso em: 12 Dez. 2013.
- AMIRALIAN, Maria Lucia T. M. *Compreendendo O Cego: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997. 321 p.
- AMUSP (São Paulo). Associação Mulher Unimed do Estado de São Paulo (Comp.). *Amusp instala impressora que imprime e transcreve para o Braille*. 2010. Disponível em: <<http://www.testedoolhinho.org.br/noticias.asp?id=188>>. Acesso em: 6 Mar. 2014.
- ARNHEIM, Rudolf. (1969). *Visual thinking*. Berkeley & Los Angeles: University of California Press.
- ARNHEIM, Rudolf. *Arte e Percepção Visual: Uma Psicologia da Visão* Criadora. 7. ed. São Paulo: Nova Versão, 1992. 503 p. Tradução de Terezinha de Faria.
- AZEVEDO, E. R. 2006. *A representação gráfica de sinais de advertência em manuais de instrução de produtos eletroeletrônicos*. Dissertação de Mestrado não publicada, Programa de Pós-Graduação em Design, Departamento de Design, Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/3426>>. Acesso em: 5 Jul. 2014.
- BALLESTEROS, S. *Percepción Haptica De Objetos Y Patrones Realzados: Una Revisión*. Psicothema, v. 5, n. 2, p. 311-321, 1993. Disponível em: <<http://www.psicothema.com/psicothema.asp?id=885>>. Acesso em: 20 Ago. 2013.
- BARTHES, R. *Elementos de Semiologia*. São Paulo: Edições 70, 2007.
- BASSY, Alain-Marie. *Du texte a l'illustration: pour un semiologie des etapes*. Semiotica, XI, p. 295-334. 1974.
- BENGALA BRANCA IMPORTAÇÃO E COMÉRCIO LTDA (Rio Grande do Sul) (Org.). *Thermoform e papel Braillon*. 2014. Disponível em: <<http://>>

www.bengalabranca.com.br/2011/index3.php?pagina=categoria&id_categ=1009&limenu=menutopo>. Acesso em: 6 Mar. 2014.

BERNAREGGI, C.; MUSSIO, P.; PARASILITI, L. *Toward multimodal notation for mathematics: Why and how*. Journal of Visual Language and Computing, v. 20, n. 5, p. 326-340, 2009. Elsevier. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jvlc.2009.07.006>>. Acesso em: 17 Mai. 2013.

BERTIN, Jacques. *A Neográfica e o Tratamento Gráfico da Imagem*. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1986. 273 p.

BERTIN, Jacques. *Semiologie graphique*. Paris: Editions Gauthier-Villars, 1967. Tradução em inglês por BERG, W.J como *Semiology of graphics*, Madison, WI: University of Wisconsin Press, 1983.

BORGES, M.C.; DALBERIO, O. *Aspectos metodológicos e filosóficos que orientam as pesquisas em educação*. 2007 Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/1645Borges.pdf>>. Acesso em: 8 Mai. 2013.

BOUMA, H. (eds.). *The Processing of Visible Language*. Vol. 1. Nova York: Plenum, 1979. p. 117-150.

BRAGA, M. C. G., & ULBRICHT, V. R. *Revisão Sistemática Quantitativa: identificação das teorias cognitivas que apoiam o design de interface no uso da realidade aumentada na aprendizagem*. Revista Educa Online. 2011, 5, 84-100. 2011 Disponível em: <http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=232>. Acesso em: 21 Mar. 2013.

BRASIL. (2013). *Portal do Professor*. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

BRASIL. ATA VII – *Comitê de Ajudas Técnicas – CAT*, 2007. Disponível em: <http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf>. Acesso em: 28 Mai. 2013.

BRASIL. *Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 20 Mar. 2013.

BRASIL. *Portaria nº 142, de 16 de novembro de 2006*. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 20 Mar. 2013.

CASTRO, A.A. *Revisão Sistemática: Identificação e Seleção dos Estudos Primários*. In S. Goldenberg, C. A. Guimarães, A. A. Castro, EDS. 2010 *Elaboração e Apresentação de Comunicação Científica*. 2010. Disponível em: <<http://metodologia.org/>>. Acesso em: 20 Mar. 2013.

IBGE. Censo Demográfico. *Resultados gerais da amostra*, 2010. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_gerais_amostra/default_resultados_gerais_amostra.shtm>. Acesso em: 29 Abr.2013.

CENTER FOR PERSONS WITH DISABILITIES (Utah) (Org.). *WEB AIM: Web Accessibility in Mind: Aternative Text*. 2013. Disponível em: <<http://webaim.org/techniques/alttext/>>. Acesso em: 20 Jan. 2014.

COCHRANE. *Curso de Revisão Sistemática com Metanálise*. Centro Cochrane do Brasil. 2010 Disponível em: <<http://www.centrocochranedobrasil.org/>>. Acesso em: 20 Mar. 2013.

DONDIS, Donis A.. *Sintaxe da Linguagem Visual*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 236 p. Tradução de Jefferson Luiz Camargo.

DUARTE, Maria Lúcia B. *Imagens mentais e esquemas gráficos: ensinando desenho a uma criança cega*. In: MEDEIROS, Maria Beatriz de. (Org.) *Arte em pesquisa: especificidades*. Anais do 13º Encontro Nacional da ANPAP. Brasília: UnB, 2004.

DUFTY AND R. WALLER (eds.). *Designing usable texts*. Orlando, Florida: Academic Press, 1985. p. 245-312.

ELLIS, T. J., & LEVY, Y. (2006). *A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research*. *Informing Science Journal*, 9, 181-212. Disponível em: <<http://scis.nova.edu/~ellist/LitReviewPresent.pdf>>. Acesso em: 21 Mar. 2013.

ENGELHARDT, Y. *The language of graphics: a framework for the analysis of syntax and meaning in maps, charts and diagrams*, ILLC– University of Amsterdam, 2002.

ERIKSSON, Y. *How to make tactile pictures understandable to the blind reader*. The Swedish Library of Talking Books and Braille, 1994. The Swedish Library of Talking Books and Braille. Disponível em: <<http://homepage.univie.ac.at/moritz.neumueller/artefacto/materials/Eriksson.pdf>>. Acesso em: 13 Jan. 2014.

FAZENDA, Ivani. *Metodologia da pesquisa educacional*. Editora Cortez. 6a ed. 2000.

FILHO, P. R.; MOTTA, L. M. V. DE M. *Audiodescrição: Transformando Imagens em Palavras*. São Paulo, 2010.

GIBSON, J. J. *Observations on active touch*. *Psychological review*, v. 69, n. 6, p. 477-91, 1962. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13947730>>. Acesso em: 21 Mar. 2013.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. Editora Atlas. São Paulo. 2002.

GOOGLE Images. *Anatomy of a cell*. Disponível em: <<http://www.primepantrystuff.info>>. Acesso em: 1 Dez. 2014.

GONCU, C. *Generation of Accessible Diagrams by Semantics Preserving Adaptation*. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, n. 93, p. 49-74, 2009. Disponível em: <http://www.sigaccess.org/community/newsletter/january_2009/jan09_9.pdf>. Acesso em: 17 Mai. 2013.

HARRIS, William. *Sistemas hápticos: Phantom*. 2014. Disponível em: <<http://eletronicos.hsw.uol.com.br/tecnologia-haptica3.htm>>. Acesso em: 6 Mar. 2014.

HAYWARD, V.; ASTLEY, O. R.; CRUZ-HERNANDEZ, M.; GRANT, D.; ROBLES-DE-LA-TORRE, G. *Haptic interfaces and devices*. Sensor Review, v. 24, n. 1, p. 16-29, 2004. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/02602280410515770>>. Acesso em: 21 Mai. 2013.

HIGGINS, J.; GREEN, S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration. Disponível em: <http://www.cochrane.org/training/cochrane-handbook>. Acesso em: 10 Abr. 2011.

HORN, R.E. (1998). *Visual language: Global communication for the 21st century*. Bainbridge Island, WA: MacroVU, Inc.

HUBERT R. DINSE, C. W. AND T. K. *Learning effects in haptic perception*. In: M. Grunwald (Ed.); Human Haptic Perception: Basics and Applications. p.654, 2008. Berlin.

IEEE-LTSC. *The Learning Object Metadata Standard Retrieved*. IEEE – LTSC – Learning Technology Standards Committee Web Site. 2010. Disponível em: <<http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone/working-group/learning-object-metadata-working-group-12/learning-object-metadata-lom-working-group-12>>. Acesso em: 1 Mai. 2013.

IMS. Instructional Management Systems. *Guidelines for Developing Accessible Learning Applications*. Version 1.0. 2002. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/accessibility/accessiblevers/sec11.html>>. Acesso em: 08 Mai. 2013.

INFOGRIP (California). *Tiger Braille Embosser*. 2014. Disponível em: <<http://www.infogrip.com/tiger-braille-embosser.html>>. Acesso em: 6 Mar. 2014.

INATION (London). *CyberGlove Systems Cyberforce*. 2014. Disponível em: <<http://inition.co.uk/3D-Technologies/cyberglove-systems-cyberforce>>. Acesso em: 6 Mar. 2014.

JACOBSON, R. E. *Information Design*. London: MIT Press, 1999.

JAKOBSON, R. *Closing Statement: Linguistics and Poetics*. Style in Language. p.350-377, 1960. New York, New York, USA. Disponível em: <http://monoskop.org/images/8/84/Jakobson_Roman_1960_Closing_statement_Linguistics_and_Poetics.pdf>. Acesso em: 06 Mar. 2014.

JOHNSON, L. F. *Elusive Vision: Challenges Impeding the Learning Object Economy*, 2003. Disponível em: <http://www.nmc.org/pdf/Elusive_Vision.pdf>. Acesso em: 23 Out. 2013.

JOLY, M. *Introdução à análise da imagem*. Lisboa: Edições 70, 2007.

KENNEDY, John Miller. To Touch and to Picture the World. In: KENNEDY, John Miller. *Drawing and the blind: pictures to touch*. New York: New Haven: Yale University Press, 1993. p. 1-20.

KIM, H. N. *Usable Accessibility and Haptic User Interface Design Approach*, 2010. Virginia Polytechnic Institute. Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-04152010-092642/unrestricted/HNKim-Dissertation.pdf>>. Acesso em: 05 Jun. 2013.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G.; WATAYA, R. S.; VALENTE, J. A.; PAULO, S. *Using augmented reality to support the understanding of three-dimensional concepts by blind people*. Proc. 8th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Associated Technologies. Anais... p.41-50, 2010. Viña del Mar/Valparaíso, Chile. Disponível em: <http://www.icdvrat.reading.ac.uk/2010/papers/ICDVRAT2010_S02_N02_Kirner_etal.pdf>. Acesso em: 20 Out. 2013.

KURZE, M. *Rendering drawings for interactive haptic perception*. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems – CHI '97, p. 423-430, 1997. New York, New York, USA: ACM Press. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=258549.258826>>. Acesso em: 27 Out. 2013.

KURZE, M. *TGuide: A Guidance System for Tactile Image Exploration*. Proceedings of the third international ACM conference on Assistive technologies – Assets '98. Anais... p.85-91, 1998. New York, New York, USA: ACM Press. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=274514>>. Acesso em: 28 Out. 2013.

LABTATE (Santa Catarina). *Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar*. Papel micro capsulado. 2010. Disponível em: <http://www.labtate.ufsc.br/ct_mapas_tateis_microcapsulado.html>. Acesso em: 6 Mar. 2014.

LEDERMAN, S. J.; KLATZKY, R. L. *Hand movements: a window into haptic object recognition*. Cognitive psychology, v. 19, n. 3, p. 342-68, 1987. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3608405>>. Acesso em: 11 Fev. 2014.

LIDWELL, Willian; HOLDEN, Kristina; BUTLER, Jill. *Princípios Universais do Design: 125 maneiras de aprimorar a usabilidade, influenciar a percepção, aumentar o apelo e ensinar por meio do design*. Porto Alegre: Bookman, 2010. 272 p. Tradução de Francisco Araújo da Costa.

LIMA, F. J. *Escolhas Tradutórias No Trabalho Científico: Uma Consideração Sobre A Pesquisa Com A Percepção De Padrões Bidimensionais Por Pessoas Com Deficiência Visual*. Revista Brasileira de tradução visual, v. 6, n. 6, p. 1-17, 2011. Disponível em: <<http://www.rbtv.associadosdainclusao.com.br/index.php/principal/article/view/83>>. Acesso em: 20 Mar. 2013.

LIMA, F. J.; LIMA, R. A. F.; PAULO A. M. VIEIRA. *O Traço de União da Áudio-descrição Versos e Controvérsias*. Revista Brasileira de Tradução Visual, 2009. Disponível em: <https://www.google.com.br/l?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rbtv.associadosdainclusao.com.br%2Findex.php%2Fprincipal%2Farticle%2Fdownload%2F11%2F8&ei=-i3dUqioO4udkQeP14CIBw&usg=AFQjCNGGUKv_DurabgyO-VMWwFmizG-oig&sig2=HEhy-ZifxTIPKlnU6ctuIQ>. Acesso em: 20 Jan. 2014.

LOCH, Ruth Emilia Nogueira. *Cartografia Tátil: mapas para deficientes visuais*. Portal de Cartografia das Geociências, Londrina, v. 1, n. 1, p.37-58, jan. 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/view/1362>>. Acesso em: 17 Mai. 2014.

LOHSE, J.; RUETER, H.; BIOLSI, K.; WALKER, N.; ARBOR, A. *Classifying Visual Knowledge Representations: A Foundation for Visualization Research*. IEE, p. 131-138, 1990.

MACEDO, C. M. S. DE. *Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis*, 2010. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Disponível em: <<http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2011/04/Claudia-Mara-Scudelari-de-Macedo.pdf>>. Acesso em: 24 Mai. 2013.

MARCONI, M.A. & LAKATOS. *Fundamentos de Metodologia científica*. 5ª edição. Editora Atlas. São Paulo SP, 2003.

MARCONI, M.A. & LAKATOS. *Técnicas de Pesquisa*. Editora Atlas. São Paulo SP, 1988.

MARTÍN, Manuel Bueno; RAMÍREZ. Francisco Ruiz, Visão Subnormal. In: BUENO MARTÍN, Manuel; TORO BUENO, Salvador; ARJONA ARIZA, Camen (Org), Tradução de PEDRO, Maria Lourdes. *Deficiência visual: aspectos psicoevolutivos e educativos*. São Paulo: Santos, 2003.

MORESI, E. *Metodologia da Pesquisa*, 2003. Brasília. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>>. Acesso em: 25 Mai. 2013.

NCAM. National Center for Accessible Media. *Accessible Digital Media Guidelines: Guideline A: Images*. 2009. Disponível em: <http://ncam.wgbh.org/invent_build/web_multimedia/accessible-digital-media-guide/guideline-a-images>. Acesso em: 08 Mai. 2013.

NDA. National Disability Authority. *Diretrizes irlandesas de acessibilidade web - Prioridade 1*. 1999. Disponível em: <http://www.acessibilidadelegal.com/13-irlandesas1.php#111>. Acesso em: 4 Jun. 2013.

OMS, Organização Mundial da Saúde. *Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde*. Lisboa: Direção-geral da Saúde, 2004. Disponível em: <http://www.inr.pt/uploads/docs/cif/CIF_port_%202004.pdf>. Acesso em: 20 Mai. 2013.

PAIVIO, A. (1990). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press. 322

PETRIDOU, M.; BLANCHFIELD, P.; BRAILSFORD, T. *Involving the User with Low or No Vision in the Design of an Audio-Haptic Learning Environment for Learning about 3D Shapes The First Approach*. Computer Science and Electronic Engineering Conference. Anais... p.29-34, 2011. University of Essex, UX. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5995820&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5995820>. Acesso em: 02 Set. 2013.

POWER, C.; JURGENSEN, H. *Accessible presentation of information for people with visual disabilities*. Universal Access in the Information Society, v. 9, n. 2, p. 97-119, 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10209-009-0164-1.pdf>>. Acesso em: 17 Mai. 2013.

female condoms. In: SPINILLO, C; COUTINHO, S. (Eds.). *Selected Readings of the Information Design International Conference 2003*. Recife: Sociedade Brasileira de Design da Informação, 2004, p.90-102.

STOCKMAN, T.; METATLA, O. *The Influence of Screen-Readers on Web Cognition*. 2008. London. Disponível em: <[http://www.eecs.qmul.c.uk/~oussama/2008-Influence of Screen-Readers on Web Cognition-ADDW08](http://www.eecs.qmul.c.uk/~oussama/2008-Influence%20of%20Screen-Readers%20on%20Web%20Cognition-ADDW08)>. Acesso em: 20 Jan. 2014.

SWELLER, J. *Cognitive load during problem solving: Effects on learning*. *Cognitive Science*, v. 12, n. 2, p. 257-285, 1988. Disponível em: <[http://doi.wiley.com/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](http://doi.wiley.com/10.1016/0364-0213(88)90023-7)>. Acesso em: 28 Out. 2013.

TWYMAN, M. *A Schema for the Study of Graphic Language*. In: KOLERS, P.A.; WROSTAD, M.E.; BOUMA, H. (eds.). *The Processing of Visible Language*. Vol. 1. Nova York: Plenum, 1979. p. 117-150.

TWYMAN, M. *Using pictorial language: a discussion of the dimensions of the problem*. In: T. M. DUFTY AND R. WALLER (eds.). *Designing usable texts*. Orlando, Florida: Academic Press, 1985. p. 245-312.

UKAAF, U. A. for A. F. (2012). *Describing images: General principles Guidance from UKAAF*. UK Association for Accessible Formats (UKAAF). Disponível em: <<http://www.ukaaf.org/formats-and-guidance#accessible>>. Acesso em: 25 Mai. 2013.

ULBRICHT, V. R.; QUEVEDO, S. R. P. DE; FLORES, A. B.; et al. *Os Deficientes Visuais E A Aprendizagem Da Representação Espacial*. *Graphica 2011 - XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico*, p. 1-12, 2011. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.graphica.org.br/CD/PDFs/EDUCA/EDUCA56.pdf>>. Acesso em: 02 Jun. 2013.

ULBRICHT, Vânia et al. *Os Deficientes Visuais e a Educação a Distância*. *Revista Educa Online*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 5, p.1-18, set. 2011. Disponível em: <[http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.journal=educasonline&page=article&op=view&path;\[\]=187&path;\[\]=302](http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.journal=educasonline&page=article&op=view&path;[]=187&path;[]=302)>. Acesso em: 08 Nov. 2013.

W3C. *Accessibility Principles. [DRAFT] How People with Disabilities Use the Web*. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/intro/people-use-web/principles#standards>. Acesso em: 4 Jun. 2013.

W3C. *Recomendações de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0*. 2008. Disponível em: <http://www.ilearn.com.br/TR/WCAG20/#glossary>. Acesso em: 4 Jun. 2013.

W3C. *HTML Techniques for Web Content Accessibility Guidelines 1.0*. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/WCAG10-HTML-TECHS/#client-side-redundant-text>>. Acesso em: 23 Mai. 2013.

WAI 1.0. *User Agent Accessibility Guidelines 1.0*. 2002. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/UAAG10/guidelines.html#gl-content-access>. Acesso em: 4 Jun. 2013

WAY, T. P.; BARNER, K. E. *Automatic visual to tactile translation--Part I: Human factors, access methods, and image manipulation*. IEEE transactions on rehabilitation engineering : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, v. 5, n. 1, p. 81-94, 1997. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9086389>>. Acesso em: 23 Set. 2013.

Westheimer, G., Sep. 1979. The spatial sense of the eye. proctor lecture. Investigative ophthalmology & visual science 18 (9), 893–912. Disponível em: <<http://view.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/478780>>. Acesso em: 12 jun. 2014.

Bibliografia

CONSULTANTS, Universal Designers &. What is Universal Design? Disponível em: <<http://www.universaldesign.com/about-universal-design.2k6MTtzOjY6ImRlc2lnbWVudC9uXZlcnNhbnCBkZXNpZ24iO30=>>. Acesso em: 05 Jun. 2013.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. Editora Atlas. São Paulo, 1995.

GUIDUGLI, F. Prevenção e tratamento da leptospirose: revisão sistemática de ensaios clínicos aleatórios com metanálises, 2000. Tese (Doutorado), Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2000.

HARPO (Polônia) (Comp.). PIAF – Pictures in a Flash Library: Images. 2013. Disponível em: <<http://www.piaf-tactile.com/resources/images/>>. Acesso em: 12 Dez. 2013.

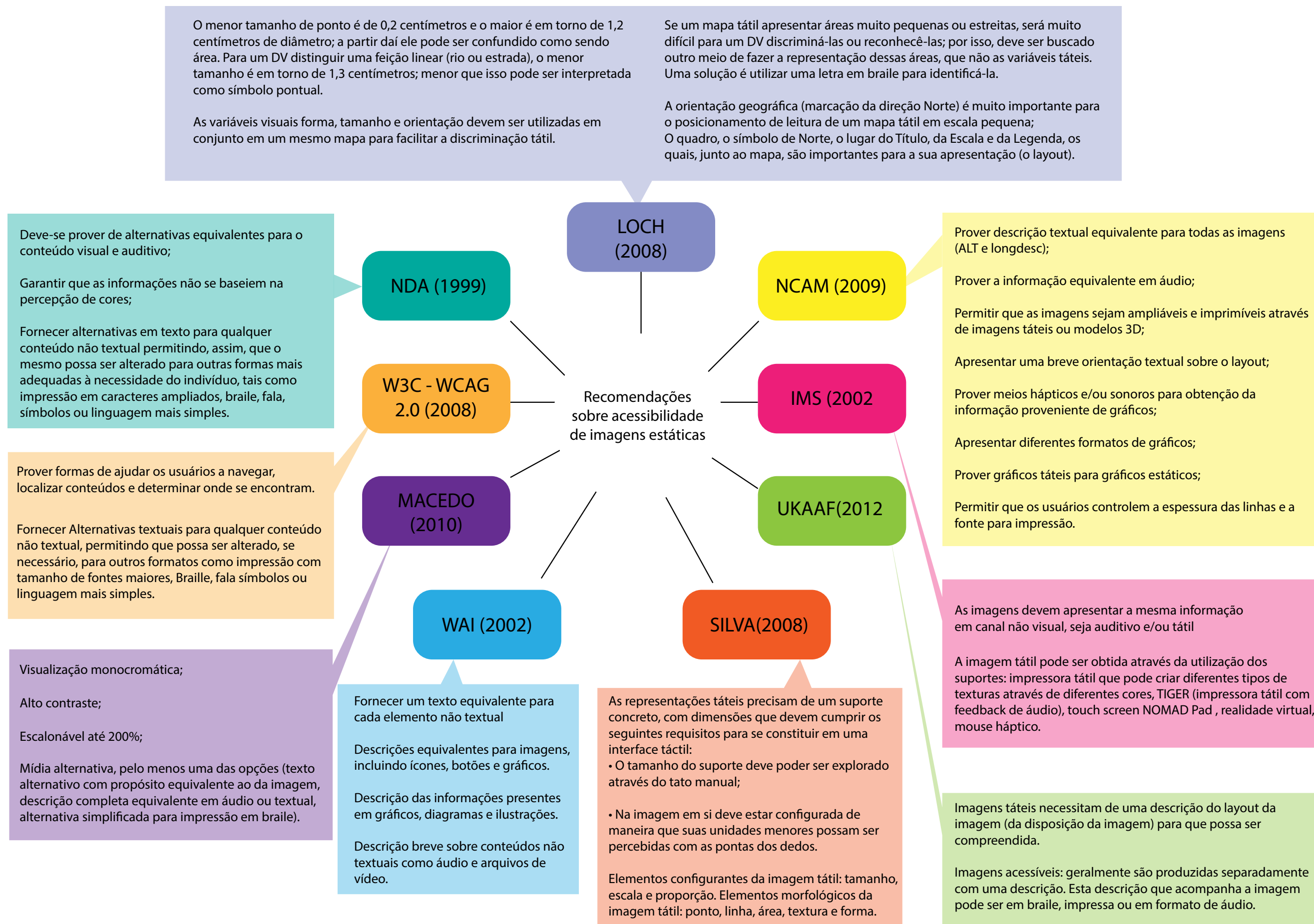
MACE, Ron. Universal Design Principles. The Center for Universal Design, 1997. Disponível em: http://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm. Acesso em: 24 Mai. 2013.

SBDI (Rio de Janeiro). Design da Informação. 2013. Disponível em: <<http://www.sbd.org.br/index.htm>>. Acesso em: 08 Dez. 2013.

TACTILE LIBRARY (Comp.). Tactile Library: For blind and partially Sighted. 2013. Images. Disponível em: <<http://www.tactilelibrary.com/>>. Acesso em: 12 Dez. 2013.

YIN, Robert. Estudo de Caso - Planejamento e Métodos. 4ª edição. Editora Bookman. 2010.

Apêndice A | Diagrama sobre recomendações de acessibilidade



Apêndice B | Diretrizes de acessibilidade para imagens

IMS (Instructional Management Systems)

- As informações representadas através de diagramas, gráficos, esquemas, expressões matemáticas e mapas apresentados em *SVG (Scalable Vector Graphics)* **devem** apresentar a mesma informação em canal não visual, seja auditivo e/ou tátil.
- Segundo o *IMS* (2002), utilizar o sentido tátil para compreender uma informação gráfica depende da capacidade do usuário de assimilar uma imagem mental espacial do material. A imagem tátil reduz o esforço mental e a combinação do tato com a audição (ou braile) tem sido considerada eficiente na representação acessível de mapas e outros tipos de imagens para pessoas com deficiência visual.
- A imagem tátil pode ser obtida através da utilização dos suportes: impressora tátil que pode criar diferentes tipos de texturas através de diferentes cores, *TIGER* (impressora tátil com *feedback* de áudio), *touch screen NOMAD Pad*⁹, realidade virtual, mouse háptico.

W3C–WCAG 2.0 (Web Content Accessibility Guidelines)

Perceptível

- Fornecer Alternativas textuais para qualquer conteúdo não textual, permitindo que possa ser alterado, se necessário, para outros formatos como impressão com tamanho de fontes maiores, braile, fala símbolos ou linguagem mais simples.
- Criar conteúdo que pode ser apresentado de modos diferentes (por exemplo, um *layout* simplificado) sem perder informação ou estrutura.

Operável

- Prover formas de ajudar os usuários a navegar, localizar conteúdos e determinar onde se encontram.

9 *Nomad Pad* é um sistema desenvolvido para prover o acesso a mapas, gráficos e outras imagens através de informação tátil ou auditiva. (GOLLEDGE, 2006)

Robusto

- Maximizar a compatibilidade entre os atuais e futuros agentes do usuário, incluindo as tecnologias assistivas.

WAI (*Web Accessibility Initiative*)

- Fornece um texto equivalente para cada elemento não textual (por exemplo, através de *“alt”*, *“longdesc”* ou elemento de conteúdo). Isso inclui: imagens, representações gráficas de texto (inclusive símbolos), imagens de mapas, animações (por exemplo, *GIFs* animados), pequenos programas (*applets*) e objetos programáveis arte *ascii*, *frames*, *scripts*, imagens usadas como lista de marcadores, espaçadores, botões gráficos, sons, (reproduzidos com ou sem interação do usuário, arquivos de áudio autônomos, trilhas de áudio de vídeos, e vídeo);
- Descrições equivalentes para imagens, incluindo ícones, botões e gráficos;
- Descrição das informações presentes em gráficos, diagramas e ilustrações;
- Descrição breve sobre conteúdos não textuais como áudio e arquivos de vídeo;
- Rótulos para controles de formulários, inputs e outros componentes de interface de usuário;
- Certificar de que o usuário pode desligar a renderização do conteúdo (por exemplo, áudio, vídeo, *scripts*) que pode reduzir a acessibilidade obscurecendo outro conteúdo ou desorientar o usuário.

MACEDO, 2010

As imagens estáticas devem ter:

- Visualização monocromática;
- Alto contraste;
- Escalonáveis até 200%;
- Mídia alternativa, pelo menos uma das opções (texto alternativo com propósito equivalente ao da imagem, descrição completa equivalente em áudio ou textual, alternativa simplificada para impressão em braile).

UKAAF (UK Association for Accessible Formats)

- Imagens modificadas, tais como impressão ampliada e diagramas táteis necessitam de uma descrição do *layout* da imagem (da disposição da imagem) para que possa ser compreendida.
- Imagens acessíveis: geralmente são produzidas separadamente com uma descrição. Esta descrição que acompanha a imagem pode ser em braile, impressa ou em formato de áudio.
- A descrição deve levar em consideração o tempo que o estudante leva para ler ou estudar – tempo maior para estudantes cegos ou com alguma deficiência visual. O objetivo das descrições é que elas sejam as mais concisas possíveis para evitar a adição de carga de trabalho.

As imagens necessitam de descrição se:

- Contém informações essenciais que não estão disponibilizadas em outro lugar;
- Houver dados dentro da imagem que necessitam ser transmitidos, interpretados;
- Se a imagem é utilizada como base para uma discussão;
- É um resumo visual de uma longa seção que não tem resumo de texto;
- É decidido que é necessária uma descrição ou a descrição existente não é adequada;
- Contém um tipo de diagrama específico utilizado na área disciplinar;
- É uma imagem modificada, seja impressão ampliada ou diagrama tátil;
- Foi removida de uma versão transcrita de um documento, portanto, essa informação está ausente;
- Está sendo usada para ensinar como utilizar um tipo específico de diagrama.

NCAM (National Center for Accessible Media)

- Prover descrição textual equivalente para todas as imagens (*ALT e longdesc*);
- Prover a informação equivalente em áudio;
- Permitir que as imagens sejam ampliáveis e imprimíveis através de imagens táteis ou modelos 3D;

- Apresentar uma breve orientação textual sobre o *layout*;
- Prover meios hápticos e/ou sonoros para obtenção da informação proveniente de gráficos;
- Apresentar diferentes formatos de gráficos;
- Prover gráficos táteis para gráficos estáticos;
- Permitir que os usuários controlem a espessura das linhas e a fonte para impressão.


NDA (National Disability Authority)

- Deve-se prover de alternativas equivalentes para o conteúdo visual e auditivo;
- Garantir que as informações não se baseiem na percepção de cores;
- Fornecer alternativas em texto para qualquer conteúdo não textual permitindo, assim, que o mesmo possa ser alterado para outras formas mais adequadas à necessidade do indivíduo, tais como impressão em caracteres ampliados, braile, fala, símbolos ou linguagem mais simples.

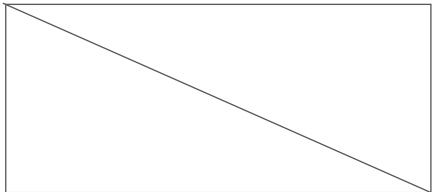
Logo estas devem:

- Apresentar texto em braile;
- Ser monocromáticas;
- Possuírem alto contraste;
- Ser simples;
- Não apresentarem sobreposição;
- Dispor de contornos fechados e definidos
- Ser bidimensionais;
- Ser escalonáveis (ampliáveis).

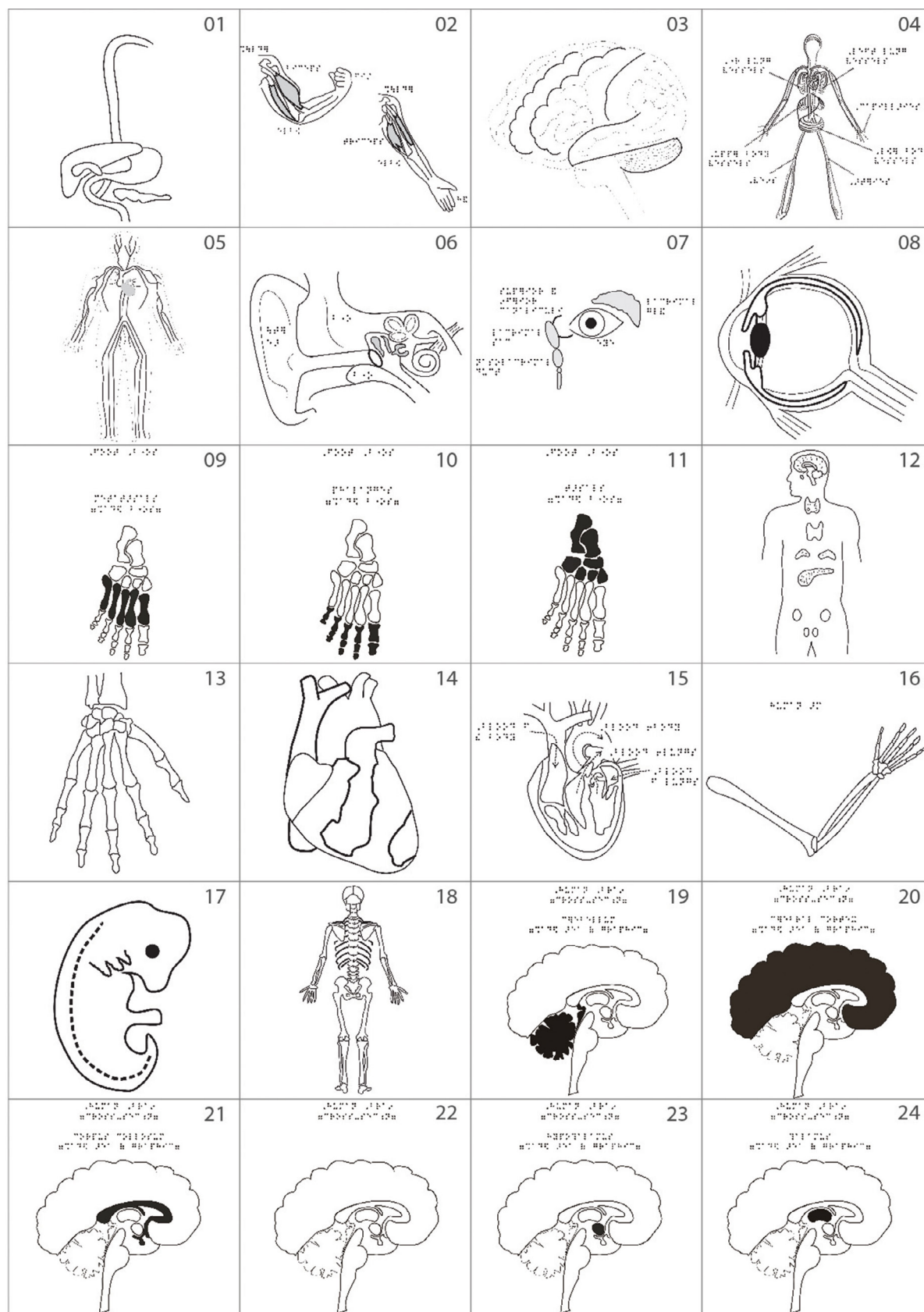
Apêndice C | Etapa 1 – Quadro analítico inicial de imagens táteis

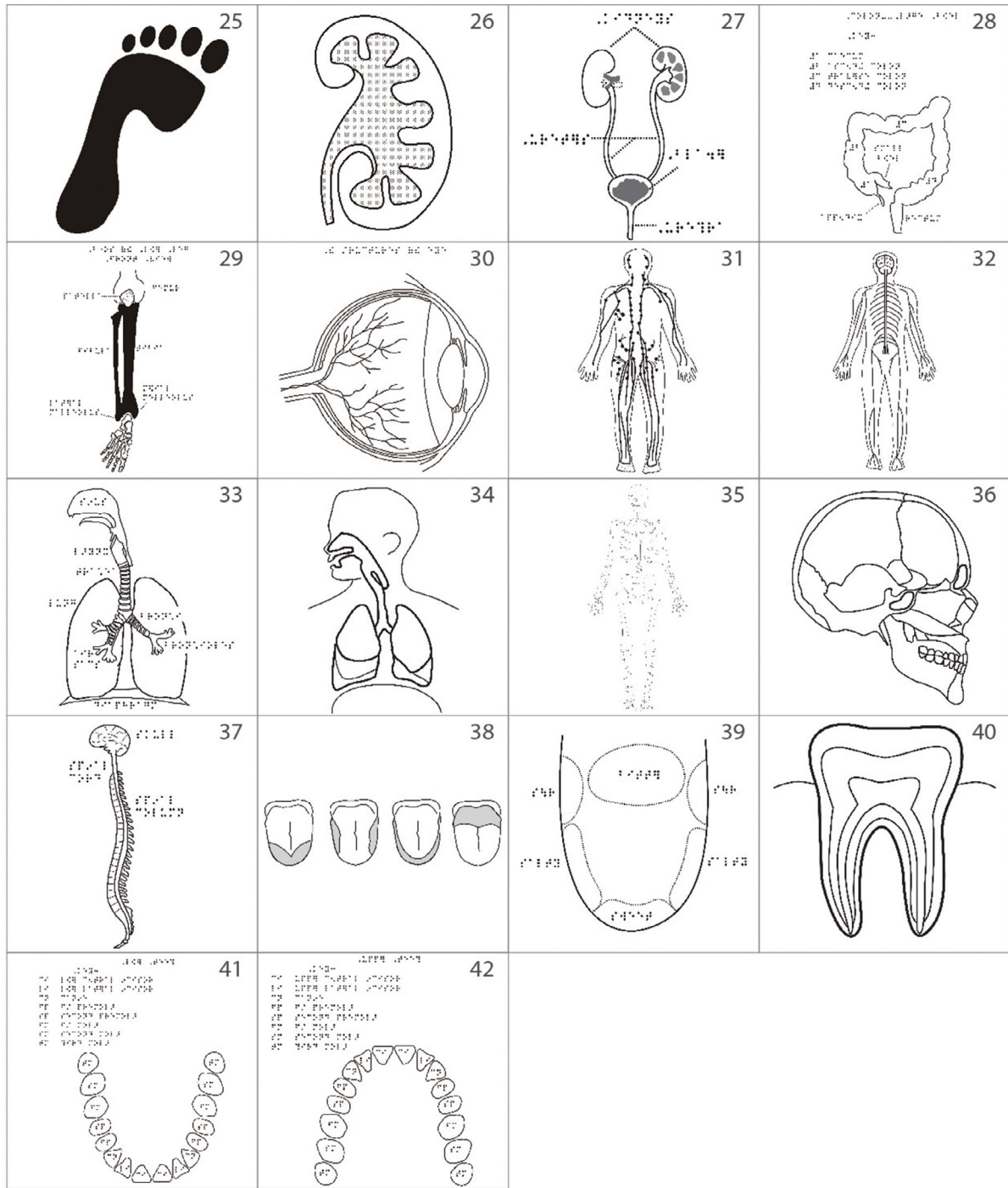
Imagem nº			
Especificações técnicas			
		Assunto: Dimensões: Plano:	
Variáveis de representação		Características de acessibilidade	
Linha		Contornos fechados e definidos	
• Diferentes espessuras			
• Tracejadas			
• Pontilhadas			
Formas		Simplificadas	
		Sem sobreposição	
• Espaço entre formas		Bidimensional	
Elementos simbólicos			
• Ponto			
• Seta			
• Traço			
• Pontilhado			
Elementos configurantes			
Escala		Escalonável	
		Apresenta indicação de escala	
Orientação		Apresenta orientação de leitura	
• Horizontal			
• Vertical			
• Diagonal			
Proporção		Apresenta referente	
Elementos enfáticos			
Valor (relevo)			
Textura			
Cor		Visualização monocromática	
		Alto contraste	
Tamanho		Até dois palmos (exploração tátil)	
• Elementos grandes			
• Elementos pequenos (menores que o braile)			
Texto em braile			
Como complemento ou ancoragem			
• Palavra		Em uma única linha	
• Frases		Em uma única linha	
• Sentença		Em uma única linha	
• Blocos de texto			
• Elemento de ligação texto-imagem			
• Modelo de cânone egípcio			

Apêndice D | Etapa 1 – Quadro analítico proposto de imagens táteis

Amostra Nº	
	Identificação da imagem/título
Níveis das variáveis	Descrição/variação
Nível 1 – Imagens	
<i>Componentes gráficos</i>	
Ponto	
Linha	
<i>Elementos de orientação</i>	
Números/ letras	
Setas	
<i>Elementos simbólicos</i>	
Setas	
Linhas	
Marcas semânticas	
<i>Elementos enfáticos</i>	
Ponto	
Linhas	
Seta	
Contraste figura-fundo	
Textura/Preenchimento	
<i>Compleitude</i>	
Representação parcial	
Representação completa	
<i>Vistas</i>	
Frontal	
Superior	
Inferior	
Lateral	
Seccionada	
Nível 2 – Relação imagem e texto	
<i>Apresentação</i>	
Título	
Rótulo	
Legenda	
Texto corrido/Bloco de texto	
<i>Elementos de ligação /separação</i>	
Linha	
Box	
Espaço	
Números/letras	

Apêndice E | Etapa 1 – Amostra de 42 imagens táteis – TGIL





Apêndice F | Etapa 1 – Estudo analítico

Análise de 42 imagens táteis provenientes do *TGIL*.

A **imagem 01** referente aos órgãos abdominais é simplificada apresentando contornos fechados e definidos, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 9,43 x 16,31cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e nem referente para indicar sua dimensão real. Não possui elemento para orientação de leitura. Apresenta alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não apresenta texto.

A **imagem 02** referente aos músculos do braço apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas sem sobreposição e sem espaçamento, mas muitos elementos próximos. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 26,66 x 17,19 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Alguns elementos possuem um preenchimento com gradação cromática – cinza. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Apresenta alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em uma linha ao lado dos elementos gráficos, como rótulo. Não apresenta elementos de ligação entre texto-imagem. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 03** referente à visão externa e lateral do cérebro é simplificada apresentando contornos fechados e definidos, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 23,66 x 17,19 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e nem referente para indicar sua dimensão real. Não possui elemento para orientação de leitura. Apresenta baixo contraste devido às diferentes espessuras de linha utilizadas e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não apresenta texto. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 04** referente ao sistema circulatório – veias e artérias – apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, porém muito próximas, sem espaçamento e com sobreposição de traços. Possui diferenciação de linhas (cheias e tracejadas). A linha cheia que se refere às veias não possui diferenciação com a linha referente ao contorno do coração. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 22,12 x 18,57 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes,

respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos), e também contém elementos muito pequenos. Apresenta elementos de ligação entre texto-imagem – linha tracejada similar à encontrada dentro da imagem. Possui texto como complemento em duas linhas, como rótulo.

A **imagem 05** também referente ao sistema circulatório e apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição de traços. Possui diferenciação de espessura de linhas. A linha mais espessa se refere às veias e/ou artérias (não possui diferenciação entre veias e artérias) e a linha mais fina se refere ao contorno da figura humana e do coração, que apresenta um preenchimento com gradação cromática – cinza. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 13,61 x 23,27 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não apresenta texto.

A **imagem 06** refere-se à orelha – parte interna e externa – apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas – a linha mais espessa se refere a contorno da orelha e canal auricular, e as mais finas às partes internas. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – cinza. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 19,1 x 15,09 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braille. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em uma linha, como um rótulo, dentro da imagem. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 07** refere-se ao olho e dutos (visão frontal) apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – cinza. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 21,37 x 9,78 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braille. Não apresenta escala e nem referente para indicar sua dimensão real. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como rótulo. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 08** refere-se ao olho – visão lateral. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e com sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 19,08 x 18,58 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e nem referente

para indicar sua dimensão real. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 09** é referente aos ossos do pé – metatarso. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 7,25 x 20,16 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto para indicar a parte dos ossos que a imagem e rótulo se referem. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título.

A **imagem 10** é referente aos ossos do pé – falanges. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 7,49 x 19,19 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto para indicar a parte dos ossos que a imagem e rótulo se referem. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título.

A **imagem 11** é referente aos ossos do pé – ossos do tarso. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 7,37 x 18,68 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto para indicar a parte dos ossos que a imagem e rótulo se referem. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título.

A **imagem 12** é referente ao sistema glandular. O contorno do corpo humano não se apresenta completo, porém os elementos interiores a este apresentam contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 10,2 x 21,08 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil). Não apresenta texto.

A **imagem 13** referente aos ossos da mão apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 12,66 x 18,27 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não apresenta texto.

A **imagem 14** referente ao coração é simplificada apresentando contornos fechados e definidos, sem sobreposição e sem espaçamento entre formas. Possui diferenciação de espessura de linhas. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 9,95 x 14,43 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e nem referente para indicar sua dimensão real. Não possui elemento para orientação de leitura. Apresenta alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não apresenta texto.

A **imagem 15** referente ao coração – circulação sanguínea – apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, porém muito próximas e com sobreposição de traços. Apresenta espaçamento entre formas e possui diferenciação de linhas (cheias e tracejadas). A linha cheia que se refere ao contorno do coração e a tracejada, em forma de seta, indica o fluxo sanguíneo. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 20,07 x 14,41 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em duas linhas, como rótulo.

A **imagem 16** referente aos ossos do braço apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 21,43 x 14,98 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento, um título. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 17** referente a um embrião apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, com espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação entre linhas (cheias e tracejadas). A linha cheia que se refere ao contorno do embrião e a tracejada indica a coluna vertebral. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 5,47 x 7,46 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não apresenta texto. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 18** se refere ao esqueleto humano de costas. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura entre linhas. A linha mais espessa se refere às costelas e a mais fina ao contorno da forma. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 11,97 x 22,47 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não apresenta texto.

A **imagem 19** é referente ao cérebro – cerebelo. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 16, 92 x 21,36 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto para indicar a parte do cérebro que a imagem e rótulo se referem. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 20** é referente ao cérebro – córtex cerebral. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 16, 92 x 21,16 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto para indicar a parte do cérebro que a imagem e rótulo se referem. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 21** é referente ao cérebro – corpo caloso. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 16, 92 x 21,18 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto para indicar a parte do cérebro que a imagem e rótulo se referem. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 22** é referente ao cérebro – secção lateral. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica

bidimensional, com as dimensões 16, 92 x 21,18 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 23** é referente ao cérebro – hipotálamo. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 16, 92 x 21,18 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto para indicar a parte do cérebro que a imagem e rótulo se referem. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 24** é referente ao cérebro – tálamo. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 16, 92 x 21,18 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto para indicar a parte do cérebro que a imagem e rótulo se referem. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em blocos, como um título. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 25** é referente à pegada humana. Não apresenta linha de contorno, possui formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 7,54 x 8,59 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Todos os elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não possui texto.

A **imagem 26** é referente ao rim. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 13,46 x 19,46 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. O elemento interior apresenta preenchimento com textura de pontos. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não possui texto. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 27** é referente ao rim e bexiga. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e com sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 12,46 x 13,54 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – cinza. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Apresenta elementos de ligação entre texto-imagem – linha tracejada. Possui texto como complemento em uma linha, como rótulo.

A **imagem 28** é referente ao intestino grosso. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 15,32 x 22,27 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Apresenta elementos de ligação entre texto-imagem – linha tracejada. Possui texto como complemento em blocos, como título; em uma linha dentro dos contornos da imagem e em duas linhas, com elemento de ligação.

A **imagem 29** é referente aos ossos inferiores da perna – visão frontal. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 15,72 x 24,38 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Alguns elementos apresentam preenchimento com gradação cromática – preto, e outro com textura. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Apresenta elementos de ligação entre texto-imagem – linha tracejada. Possui texto como complemento em uma e duas linhas, como rótulo e em blocos, como um título. O texto em alguns momentos está inserido no interior dos contornos da imagem, e esta apresenta corte no contorno para que o texto não fique sobreposto.

A **imagem 30** é referente à estrutura do olho. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, mas muitos elementos próximos, sem espaçamento entre formas apresentando sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 19,67 x 21,03 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em uma linha, como um título. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 31** é referente ao sistema linfático. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas sem espaçamento com muitos elementos próximos, apresentando sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. A linha mais espessa se refere

aos vasos e a linha mais fina se refere ao contorno da figura humana. Possui pontos sobre as linhas mais espessas. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 13,03 x 23,77 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não possui texto.

A **imagem 32** é referente ao sistema nervoso. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. A linha mais espessa se refere ao contorno do cérebro, a linha média se refere aos nervos e a linha mais fina se refere ao contorno da figura humana. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 11,68 x 24,02 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não possui texto.

A **imagem 33** é referente aos pulmões e sistema respiratório. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. A linha mais espessa se refere ao contorno dos pulmões, e a linha mais fina se refere ao contorno do sistema respiratório. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 16,16 x 19,23 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Possui texto como complemento em uma linha, como rótulo. O texto em alguns momentos está inserido no interior dos contornos da imagem, e esta apresenta corte no contorno para que o texto não fique sobreposto. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 34** é referente ao sistema respiratório. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, com espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. A linha mais espessa se refere ao contorno do sistema respiratório, e a linha mais fina se refere ao contorno do corpo humano. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 11,68 x 17,48 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil). Não possui texto. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil).

A **imagem 35** é referente ao esqueleto humano. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 10,24 x 23,38 cm, sendo escalonável. Não apresenta

escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui baixo contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não possui texto.

A **imagem 36** é referente ao crânio. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. A linha mais espessa se refere ao contorno dos olhos e ouvido, e a linha mais fina se refere ao contorno do crânio. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 11,97 x 13,86 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e o referente que indica seu tamanho real é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil). Não possui texto.

A **imagem 37** é referente à coluna vertebral. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. A linha mais espessa se refere ao contorno da coluna, e a linha mais fina se refere aos traços que representam o cérebro. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 8,72 x 16,89 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e o referente é o corpo humano. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). A representação respeita o modelo de cânone egípcio (representação de perfil). Possui texto como complemento em uma linha e duas linhas, como rótulo.

A **imagem 38** é referente à língua – áreas gustativas. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 23,69 x 7 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e nem referente para indicar sua dimensão real. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. O elemento interior apresenta preenchimento com gradação cromática – cinza. Seus elementos enfáticos são grandes, respeitando a área de exploração tátil (até dois palmos). Não possui texto.

A **imagem 39** também referente à língua – áreas gustativas. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação por tipo de linha (cheia e pontilhada). A linha cheia se refere ao contorno da língua e a linha pontilhada se refere às áreas gustativas. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 16,77 x 14,81 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Possui texto como rótulo em uma linha dentro e fora dos contornos da imagem.

A **imagem 40** é referente ao dente. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, sem espaçamento entre formas e sem sobreposição. Possui diferenciação de espessura de linhas. A linha mais

espessa se refere ao contorno do dente, e a linha mais fina se refere aos nervos. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 12,58 x 12,72 cm, sendo escalonável. Não apresenta escala e nem referente. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Não possui texto.

A **imagem 41** é referente à arcada dentária inferior. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 21,09 x 25,04 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente para indicar sua dimensão real. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Possui e numeral inserido na imagem (como elemento de ligação), com legenda correspondente em blocos de texto.

A **imagem 42** é referente à arcada dentária superior. Apresenta contornos fechados e definidos, com formas simplificadas, espaçamento entre formas e sem sobreposição. Apresenta característica bidimensional, com as dimensões 21,19 x 23,94 cm, não sendo escalonável, pois apresenta o texto em braile. Não apresenta escala e nem referente para indicar sua dimensão real. Não possui elemento para orientação de leitura. Possui alto contraste e é monocromática. Possui e numeral inserido na imagem (como elemento de ligação), com legenda correspondente em blocos de texto.

Apêndice G | Etapa 1 – Estudo analítico – tabulação dos resultados

O estudo analítico compreendeu no preenchimento do protocolo de análise e posterior tabulação de resultados com o objetivo de gerar tendências sobre as 42 representações táteis presente na amostra. A seguir, é apresentada a tabulação das características encontradas, com o objetivo de visualizar as tendências das representações.

Observa-se que na primeira coluna da tabela encontram-se as variáveis gráficas subdivididas em níveis e subníveis. As 42 colunas seguintes correspondem a cada imagem analisada (Apêndice E). A última coluna indica a incidência total de cada variável. Há também uma linha indicando o total de variáveis gráficas atribuída a cada imagem da amostra. Essa quantidade não caracteriza a imagem como sendo melhor ou pior, apenas indica quais variáveis gráficas foram consideradas.

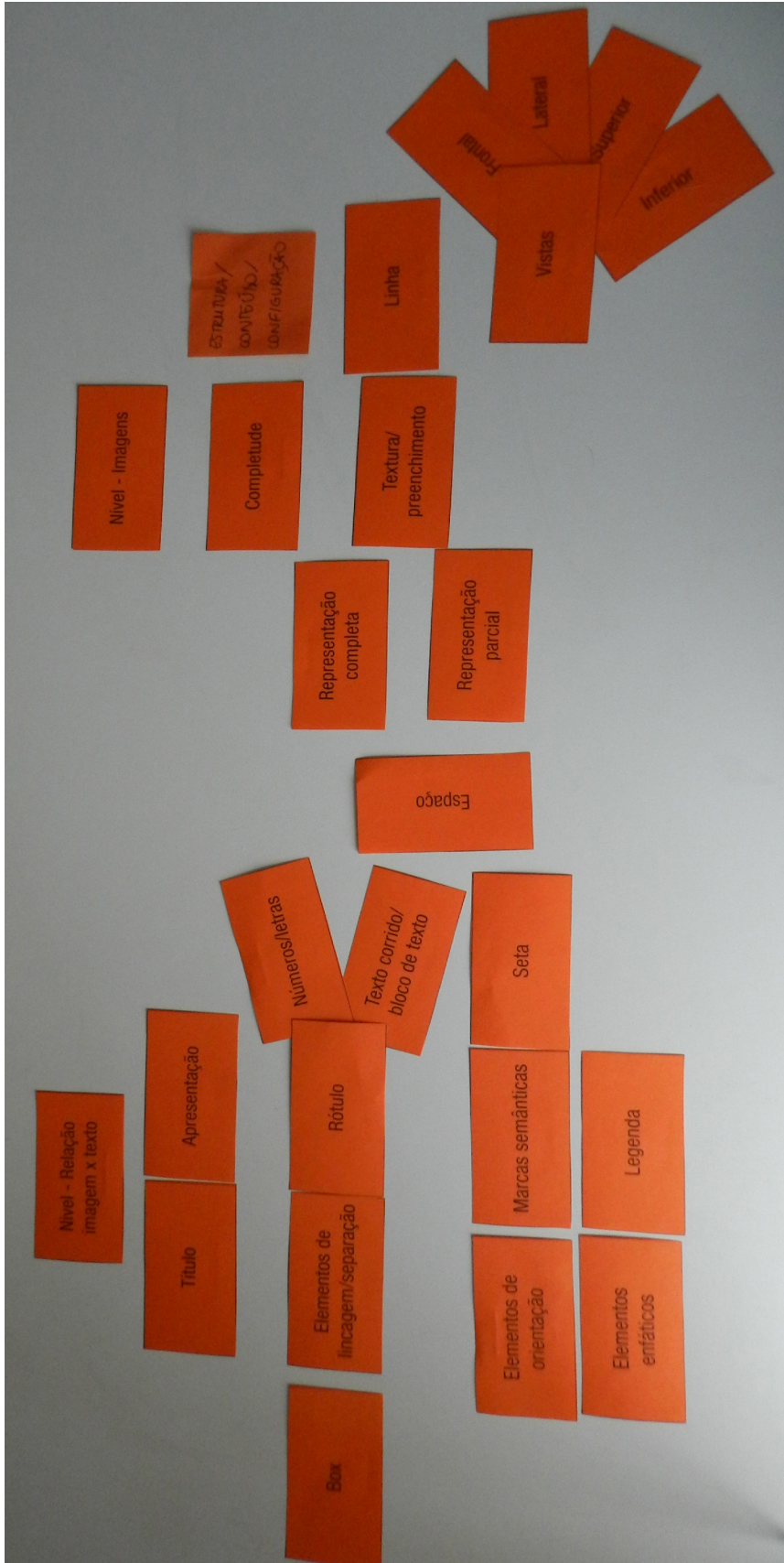
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	TOTAL			
Nível 1- Imagens																																														
1. Componentes gráficos																																														
Ponto																																												2		
Linha	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	41	
2. Elementos de orientação																																														
Números/letras																																												0		
Setas																																												0		
3. Elementos simbólicos																																														
Setas																																												0		
Linhas																																												0		
Marcas semânticas																																												0		
4. Elementos enfáticos																																														
Seta																																												0		
Ponto																																												1		
Linha		•	•		•	•	•	•						•				•																								•	•			16
Contraste figura-fundo	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	40	
Textura/preenchimento		•			•	•	•	•	•	•	•	•							•	•	•		•	•	•	•	•											•						19		
5. Completude																																														
Representação parcial	•	•				•						•			•															•				•	•				•					9		
Representação completa			•	•	•		•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•			•	•	•		•	•	•	•	•	33		
6. Vistas																																														
Frontal				•	•													•										•	•	•				•				•	•					12		
Superior									•	•	•		•													•															•	•			7	
Inferior																																												0		
Lateral			•											•		•	•										•							•		•	•							8		
Seccionada	•	•				•	•	•				•			•				•	•	•	•	•	•						•														15		
Nível 2 – Relação imagem-texto																																														
Apresentação																																														
Título									•	•	•								•	•	•	•	•	•				•	•	•															12	
Rótulo		•		•		•	•		•	•	•				•				•	•	•	•	•	•				•	•	•			•				•		•						20	
Legenda																													•												•	•			3	
Bloco de texto																																												0		
Elementos de ligação/separação																																														
Linha				•											•													•	•	•															5	
Box																																												0		
Espaço vazio																																												2		
Número/letras																																										•		1		
TOTAL	4	7	4	6	6	7	7	6	7	7	7	5	4	5	6	4	4	5	7	7	7	6	7	7	5	5	7	8	9	5	7	5	7	5	4	5	5	5	5	6	5	6	6			

Apêndice H | Etapa 2 – Registros fotográficos *card sorting*

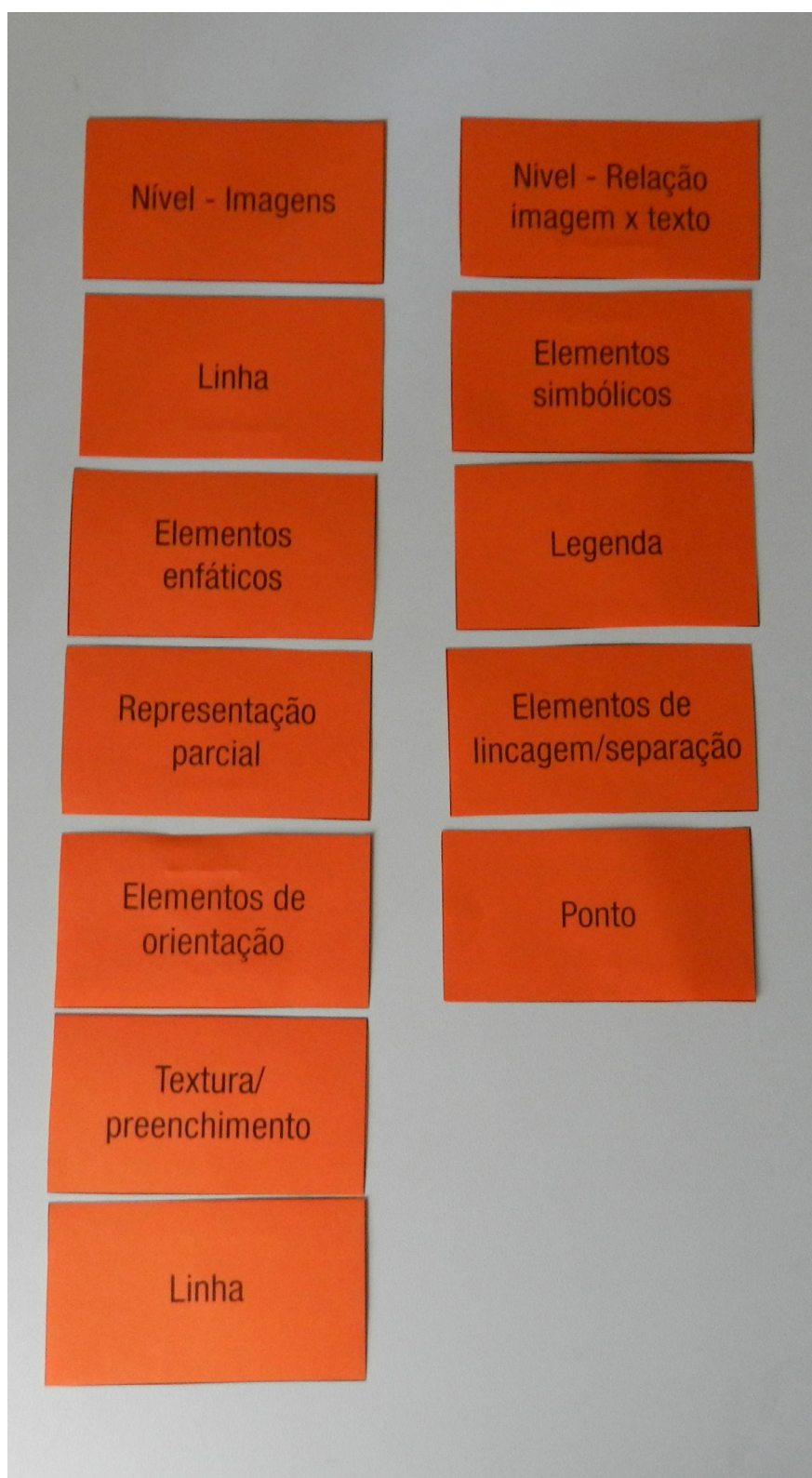
P1



P2



P3

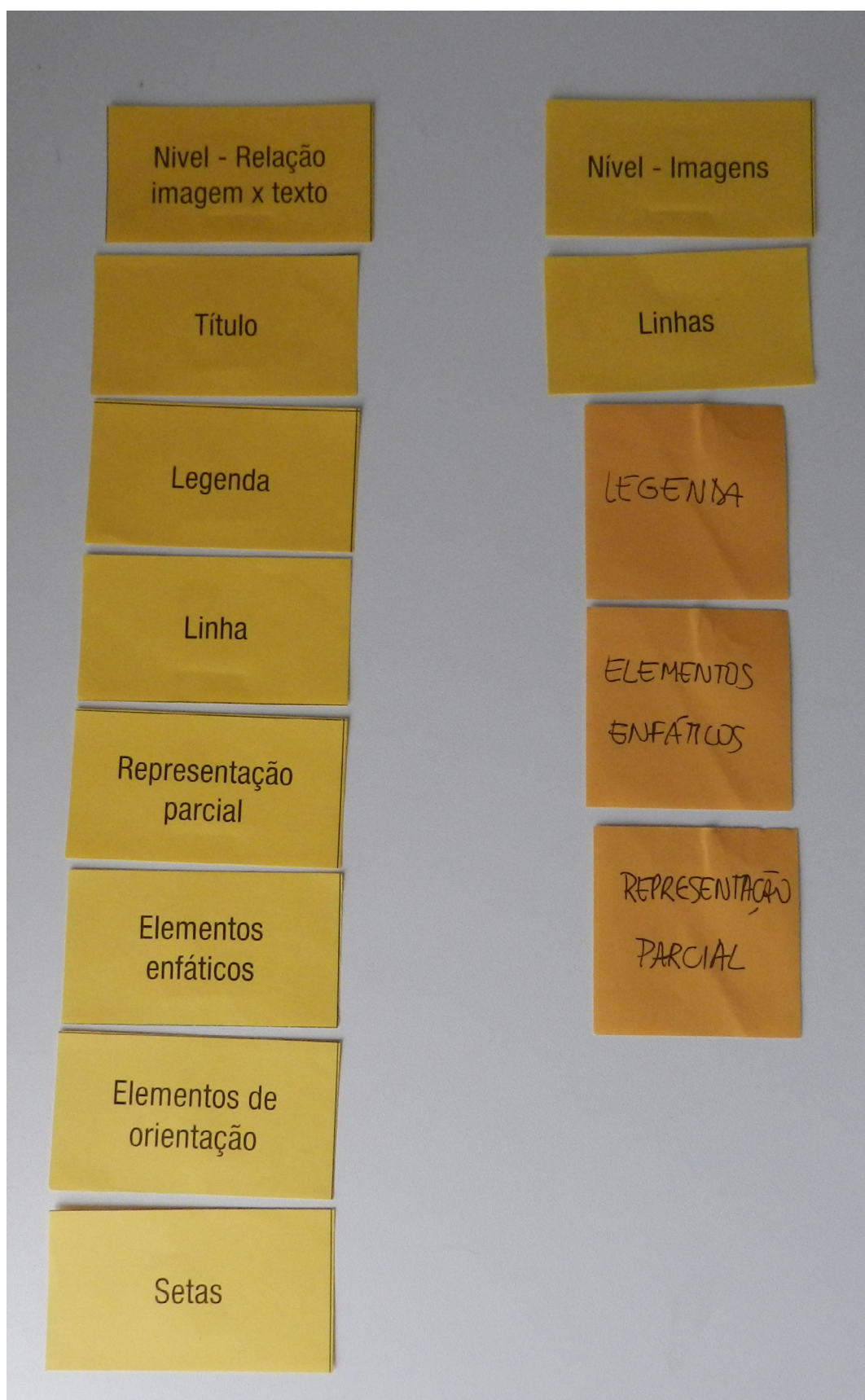


P4





P6

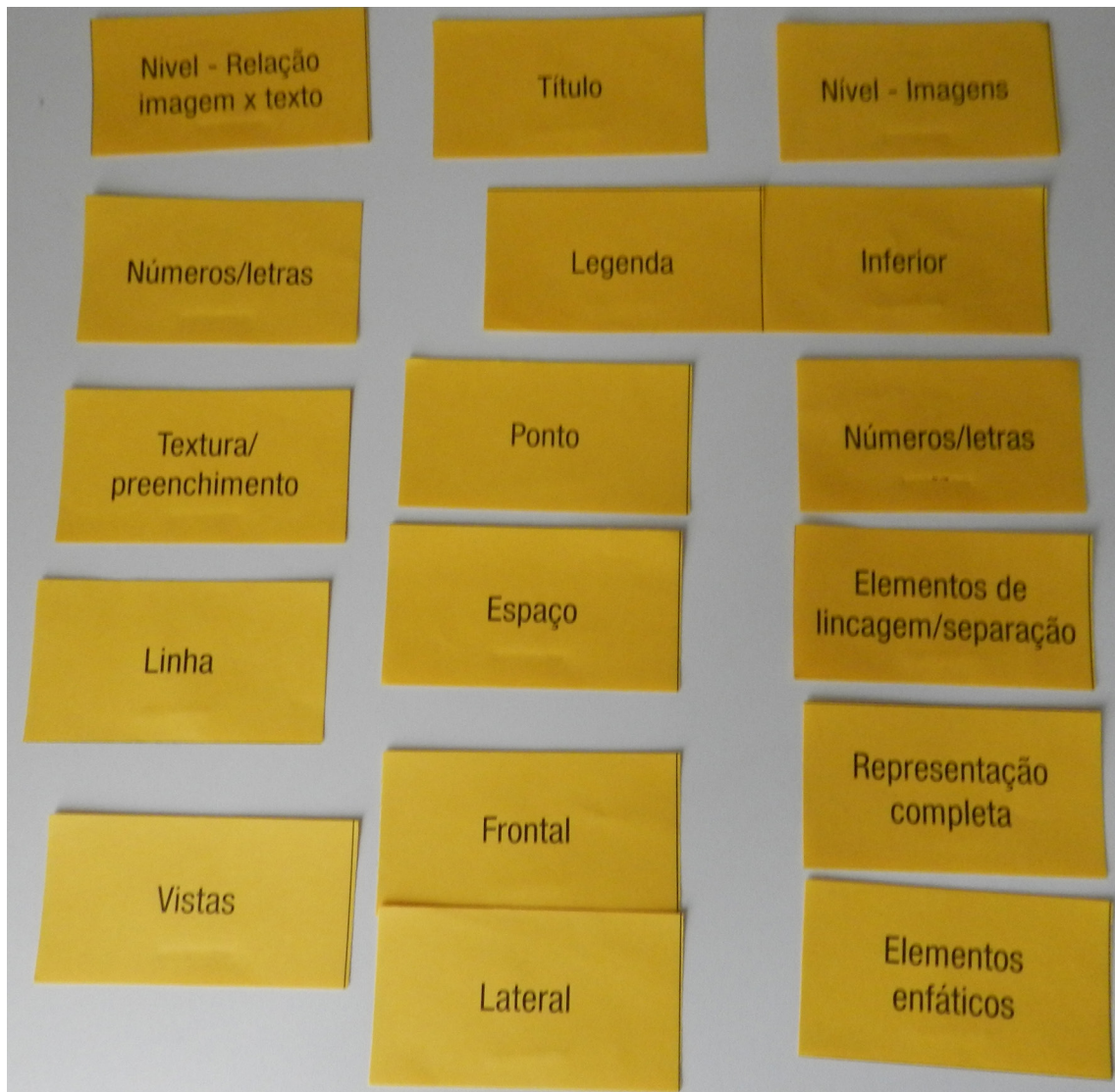




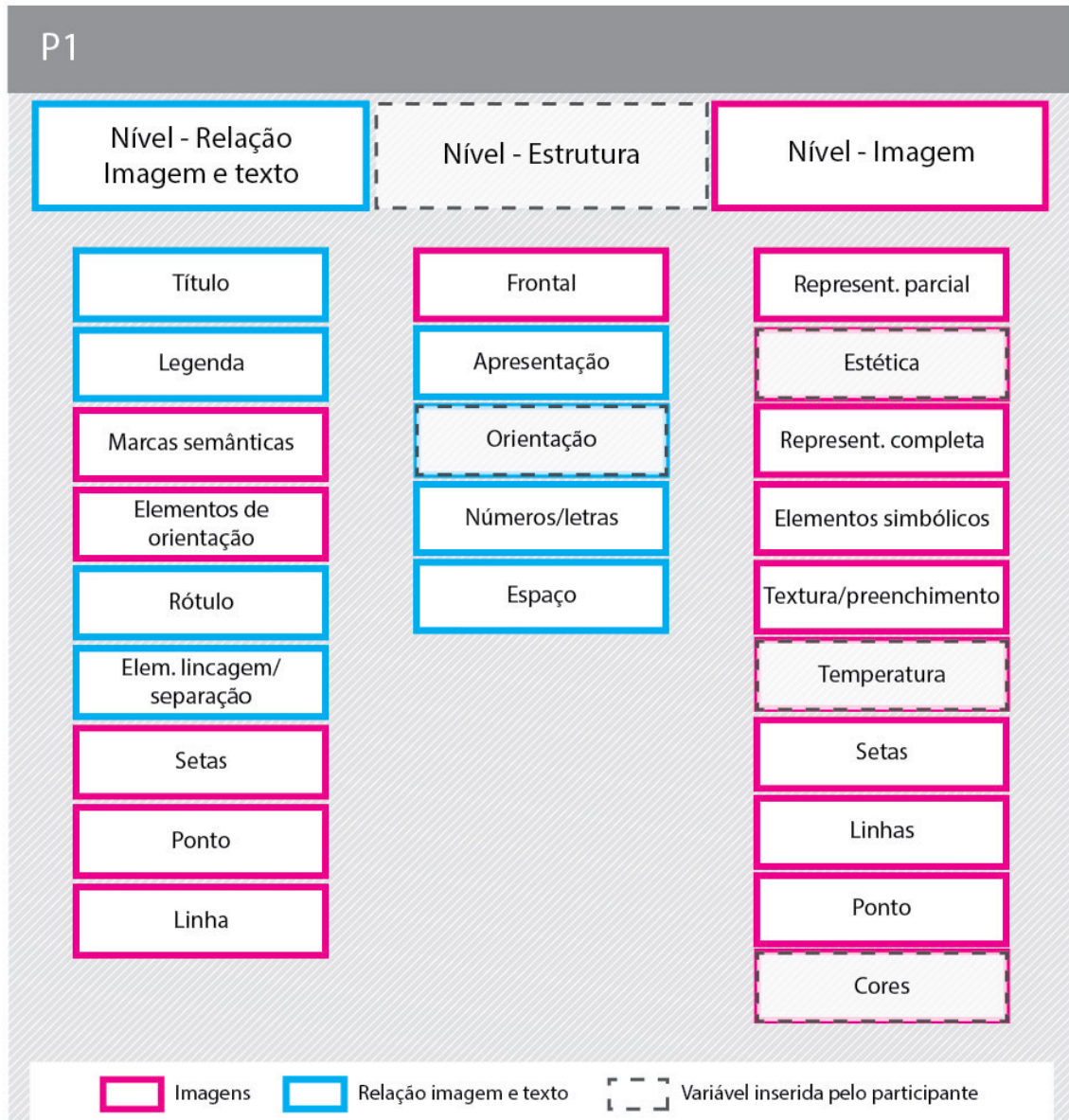




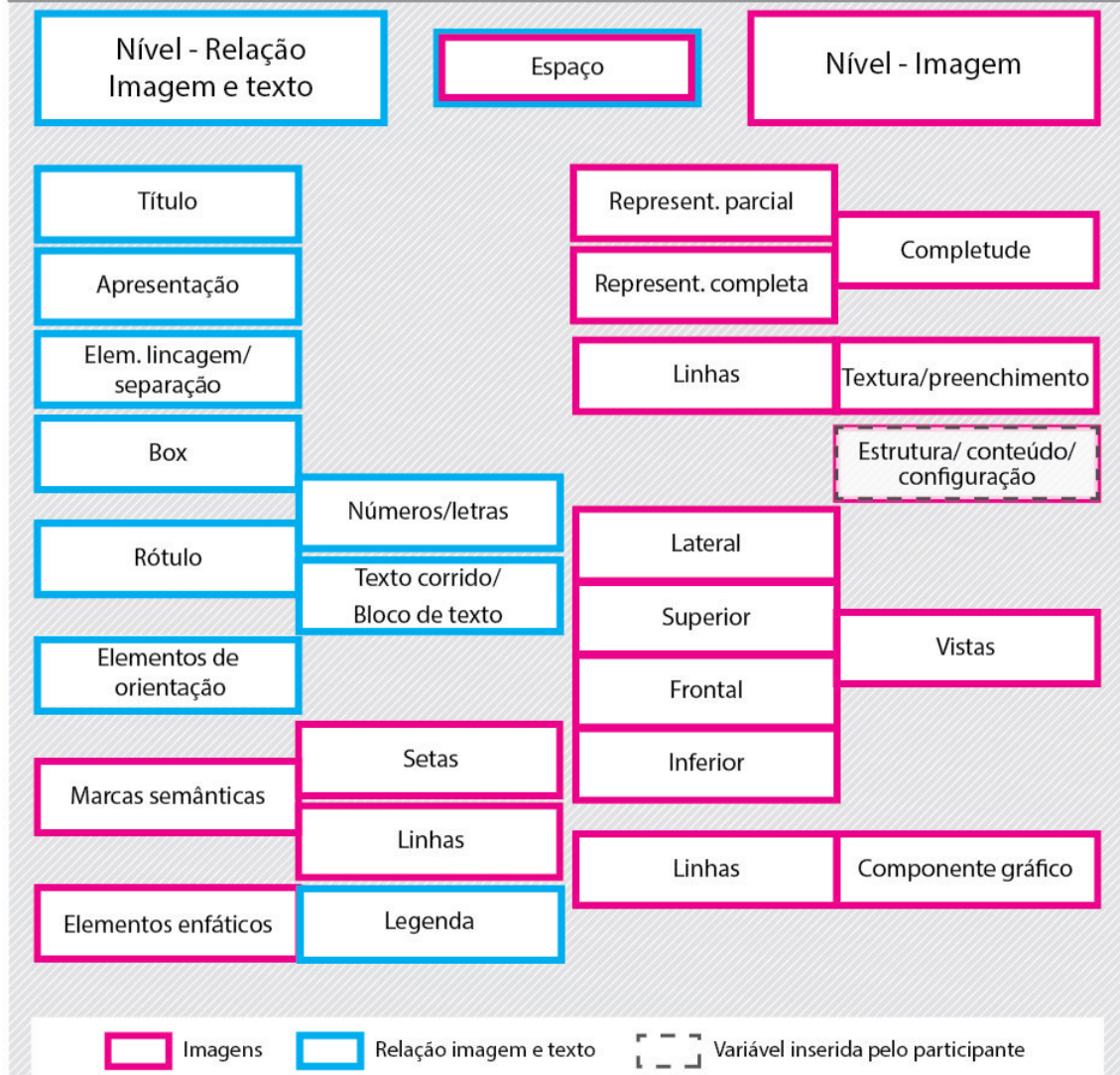
P10



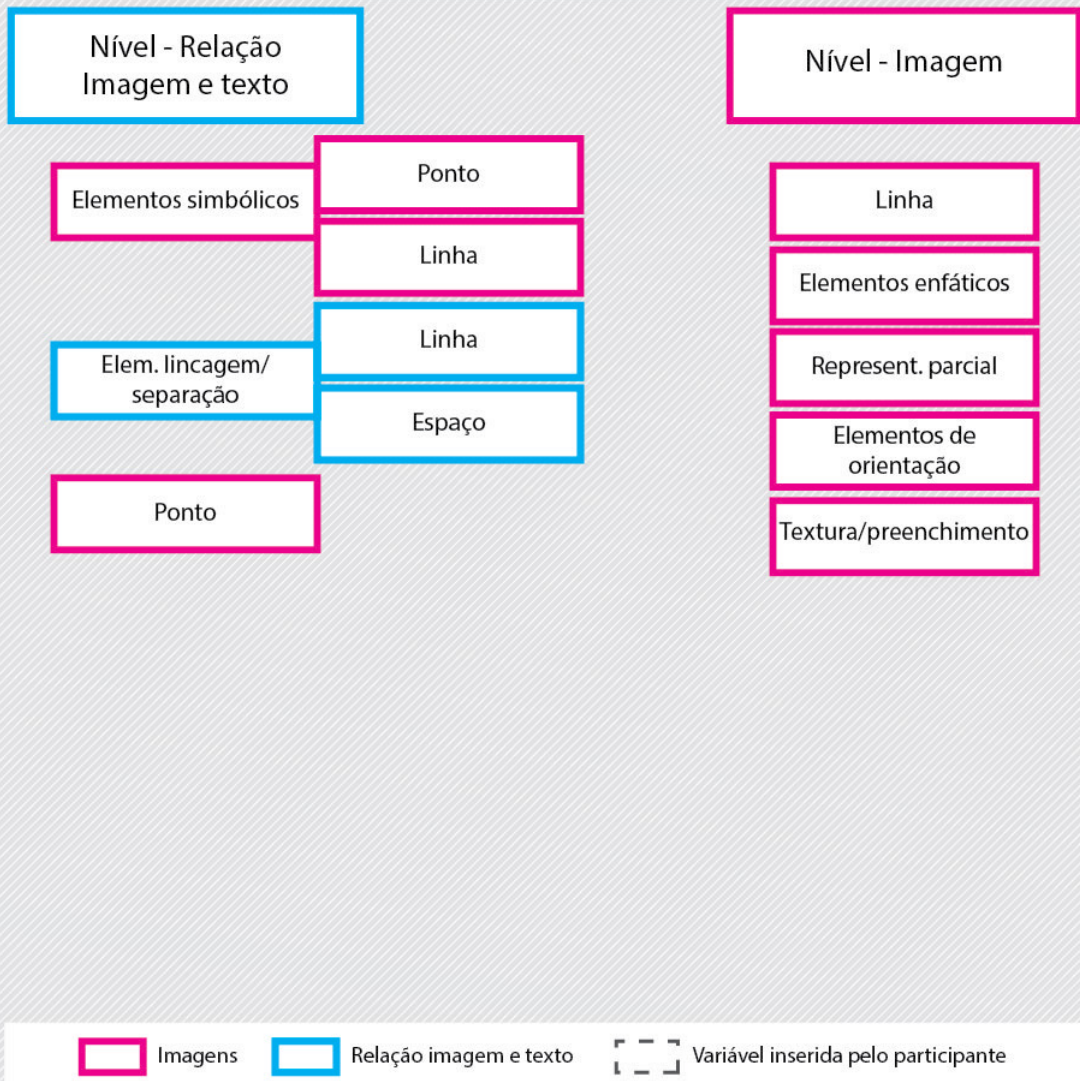
Apêndice I | Etapa 2 – Reorganização do *card sorting*



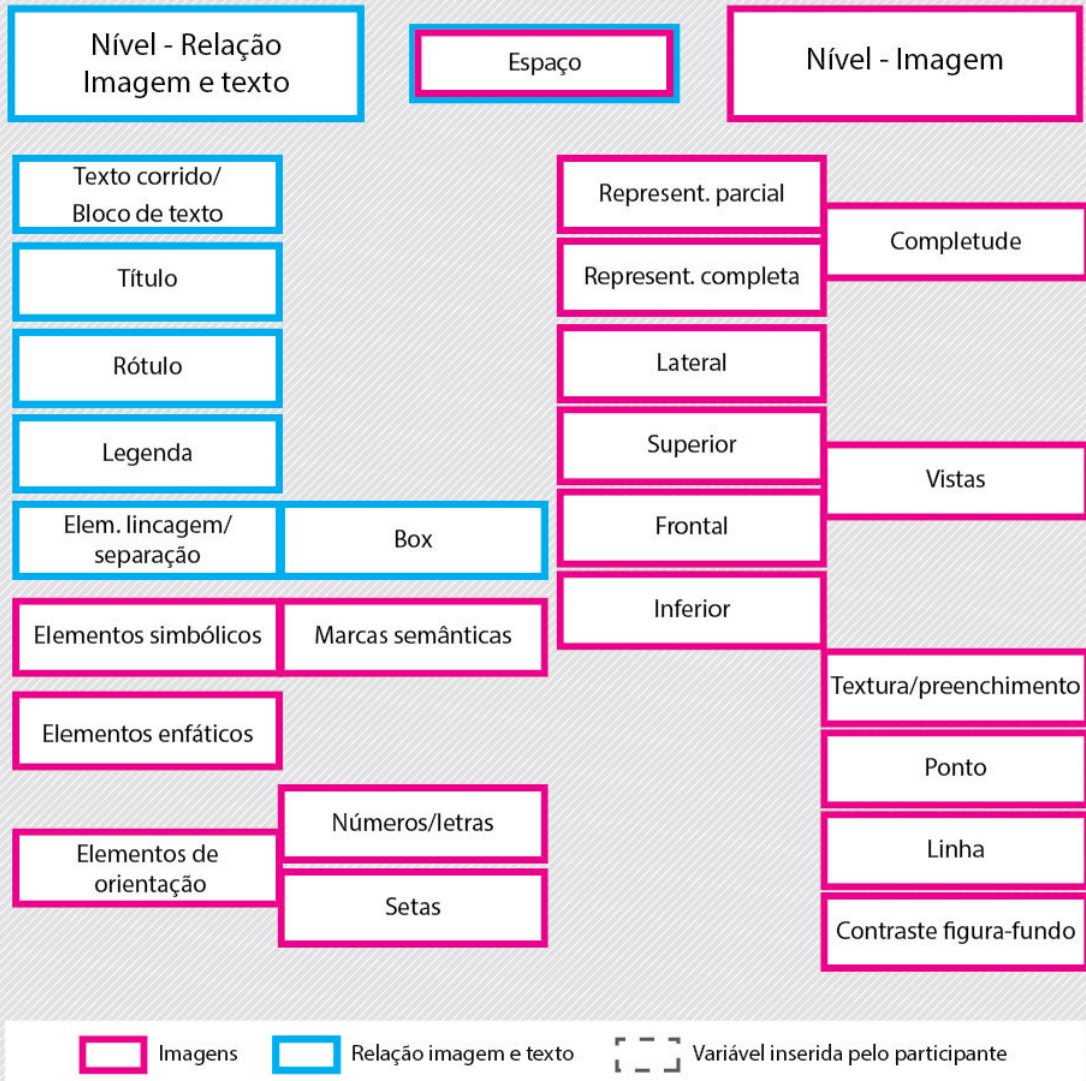
P2

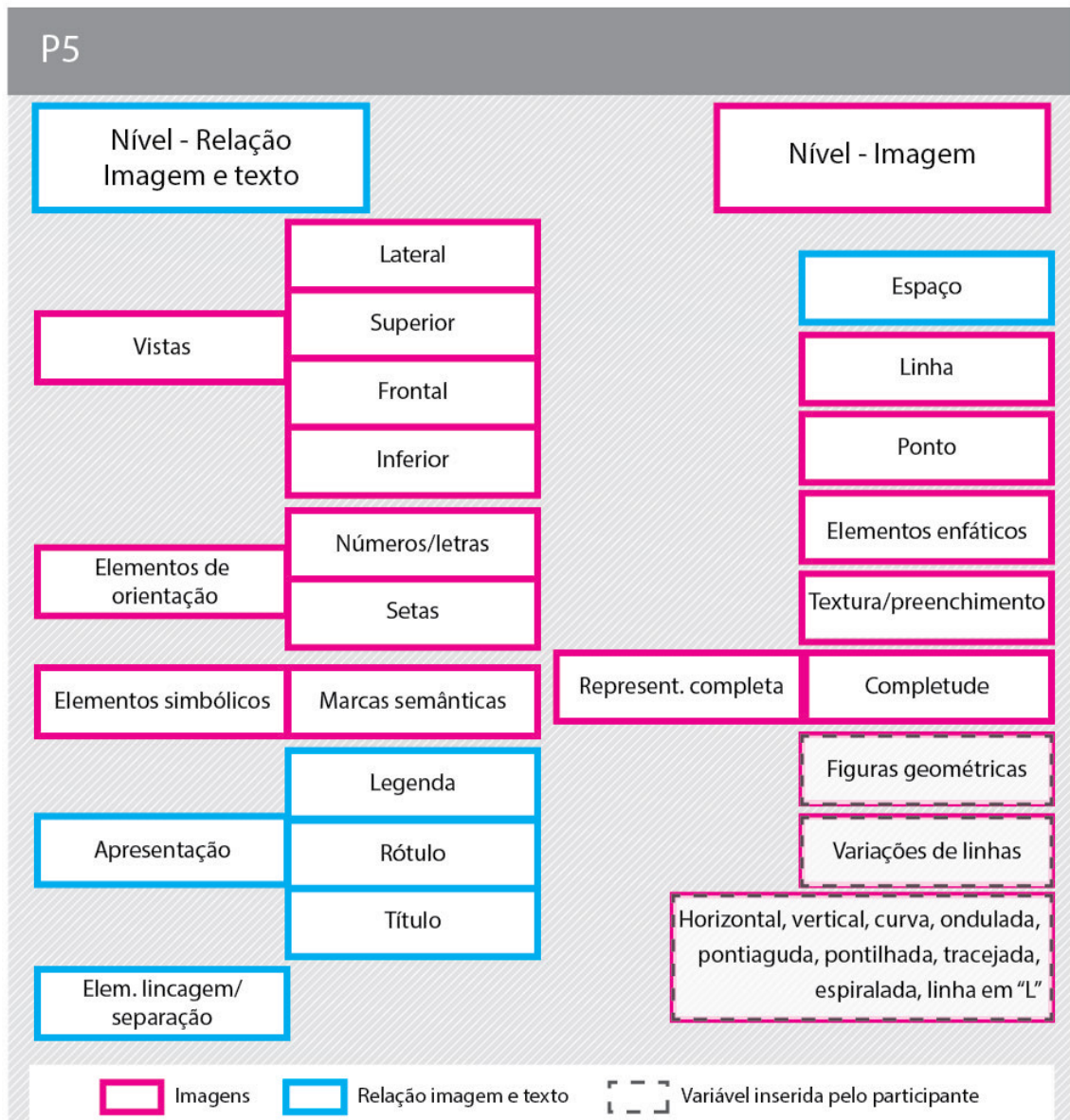


P3

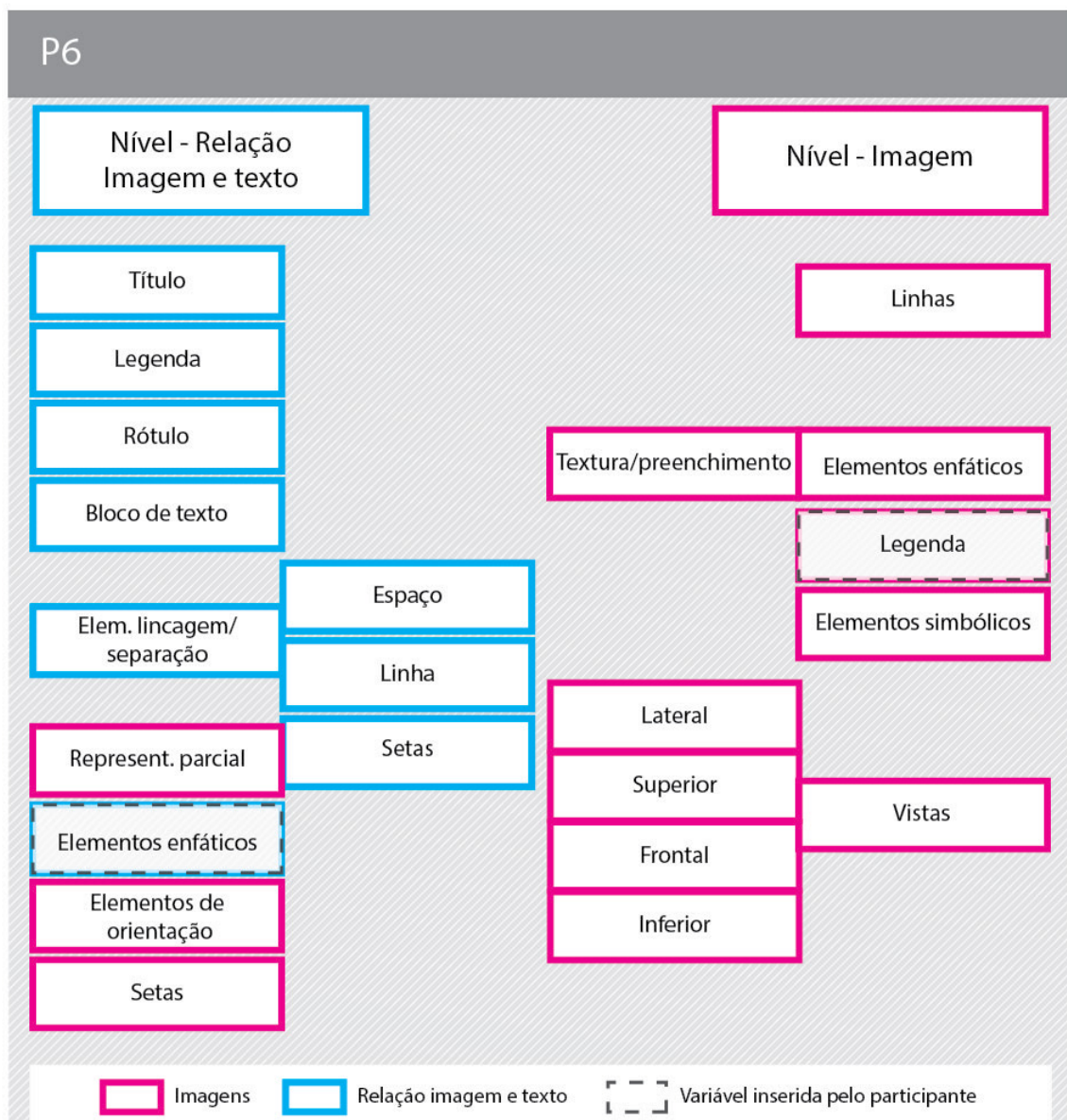


P4

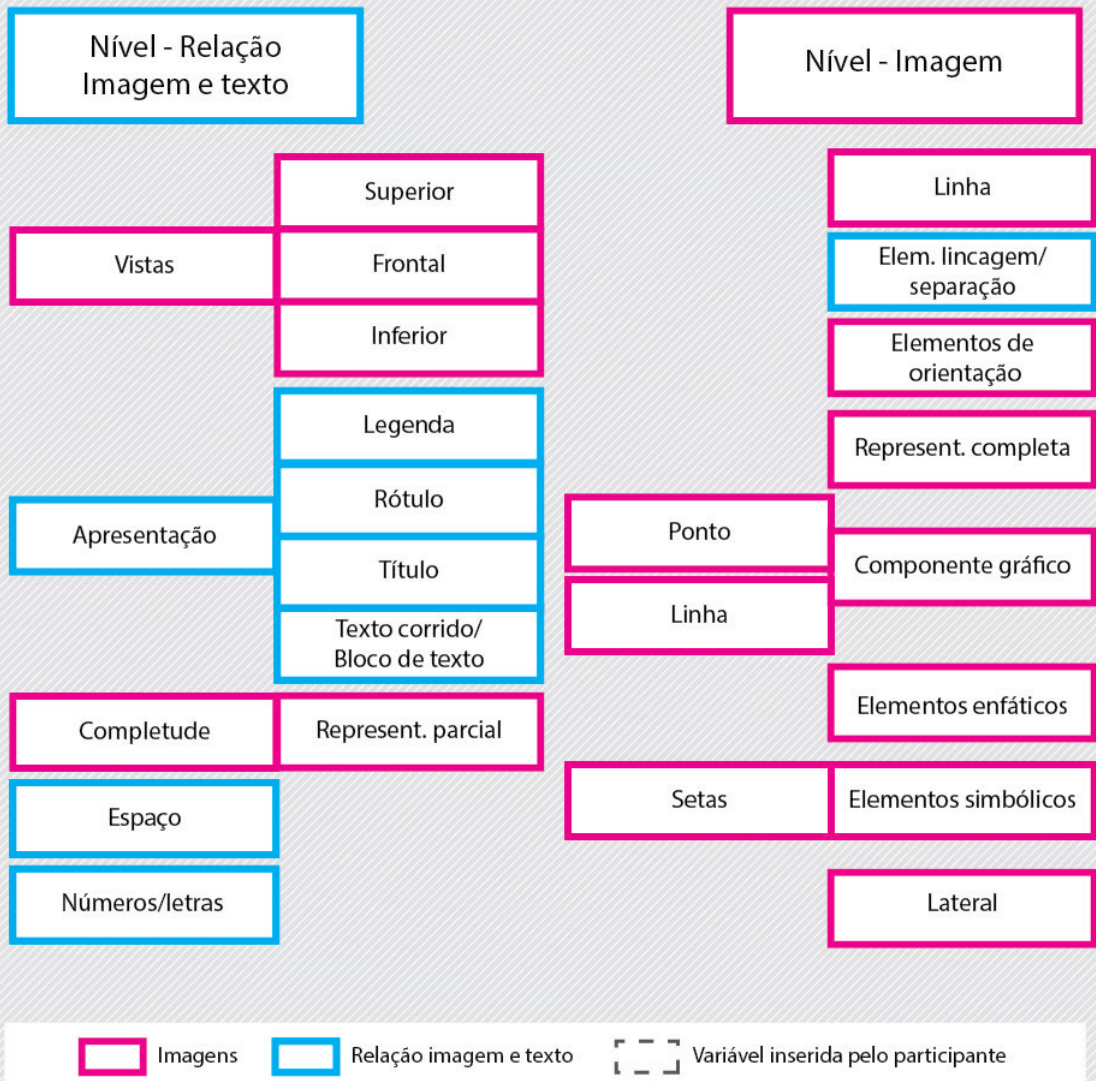




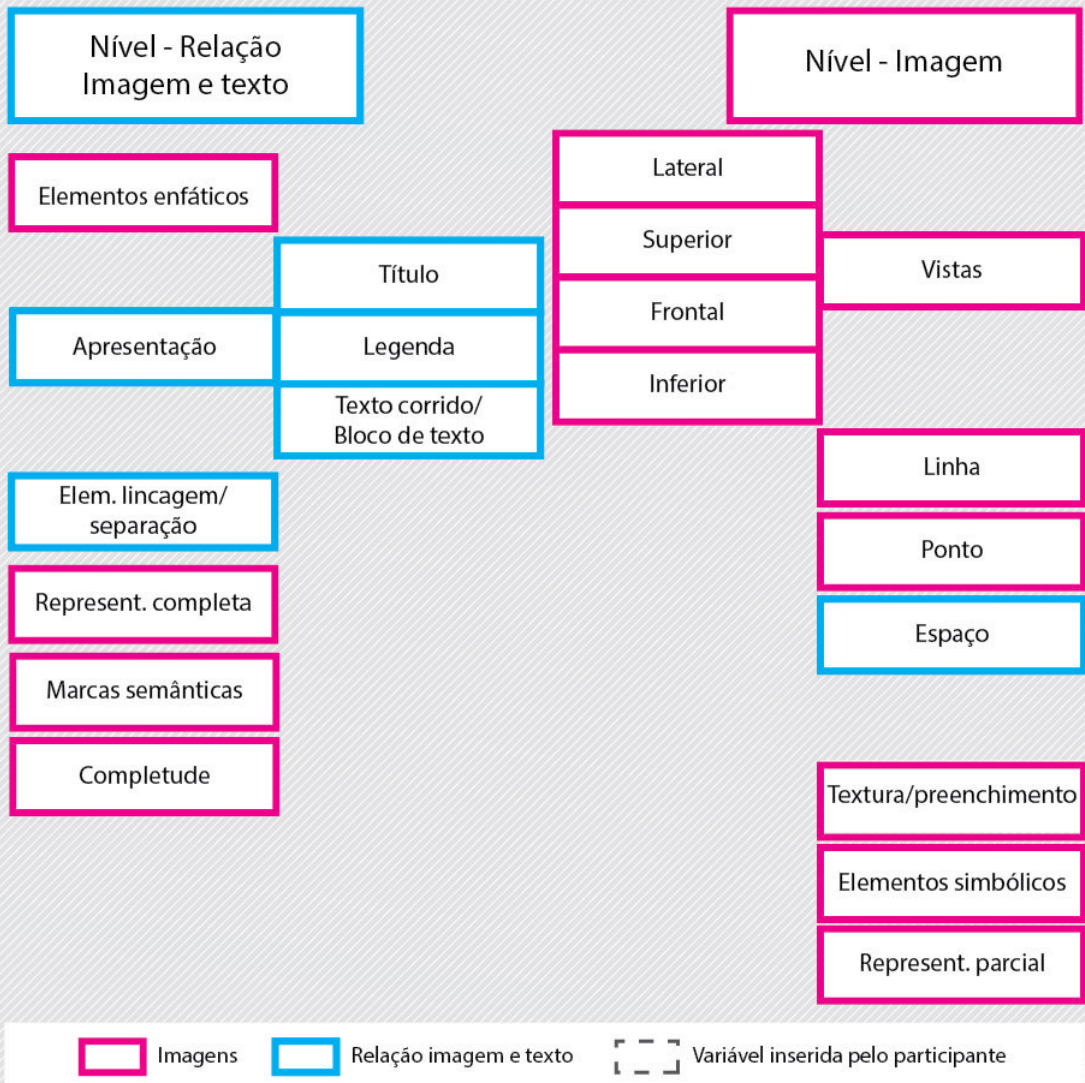
P6

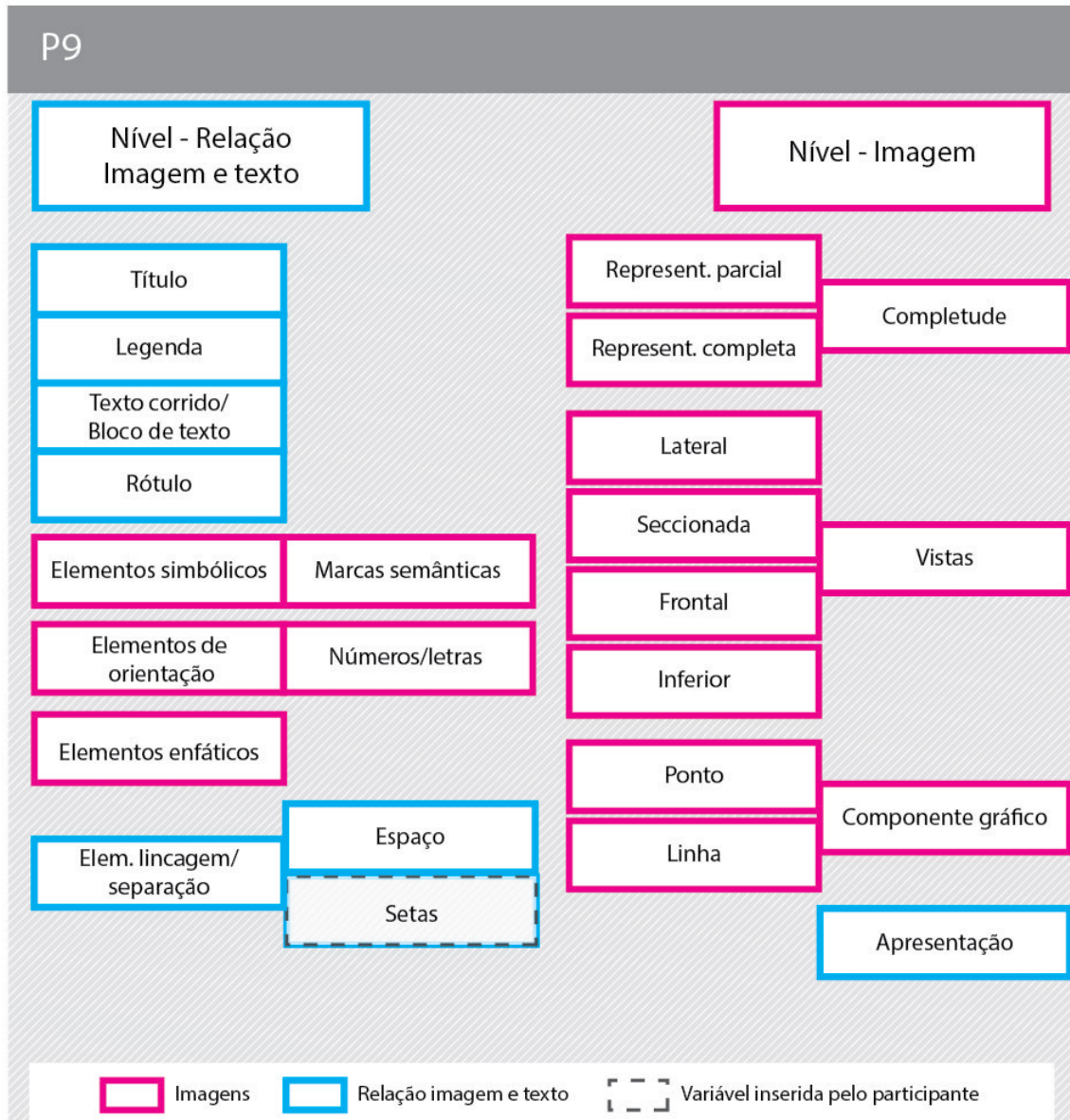


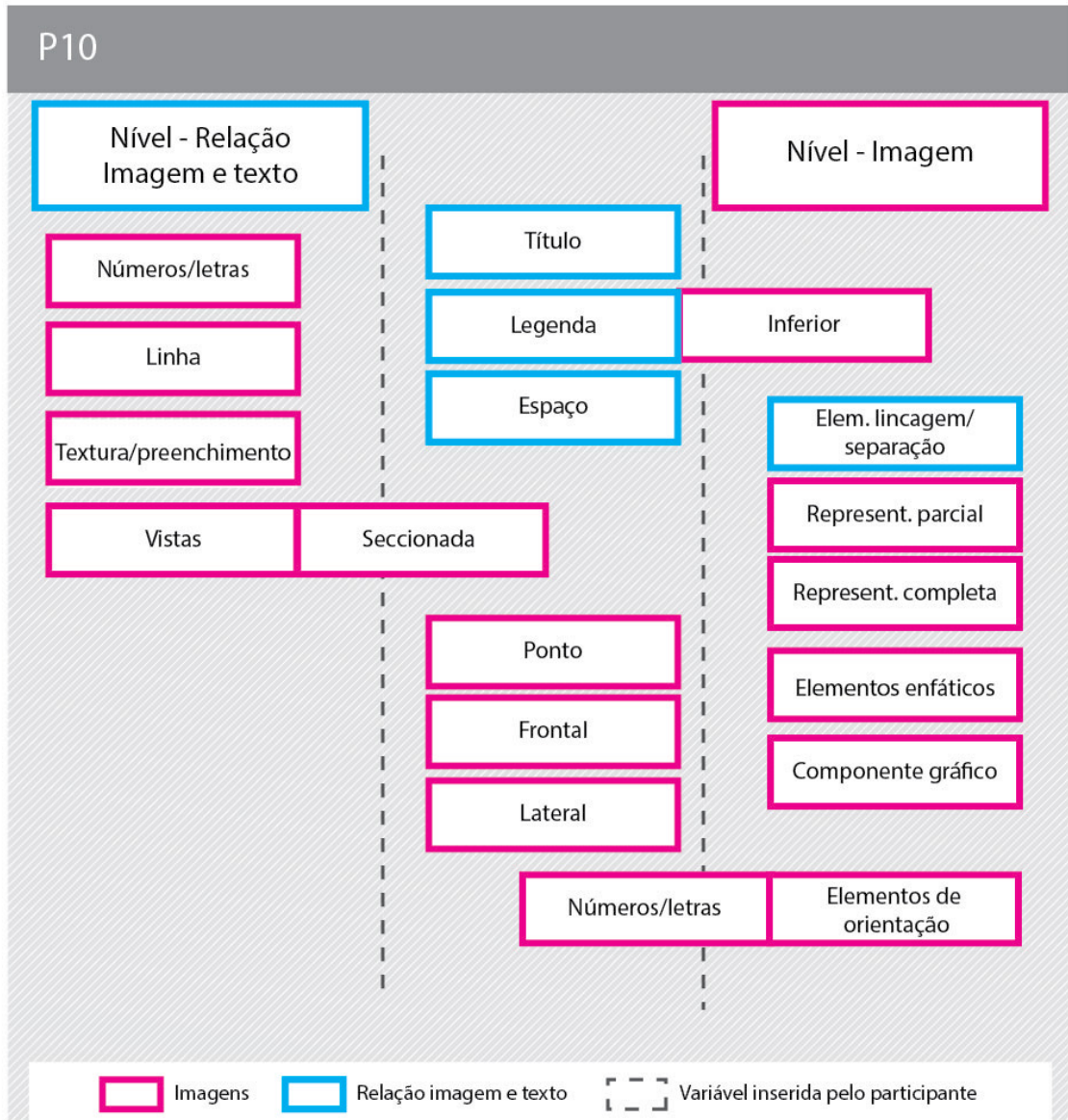
P7



P8







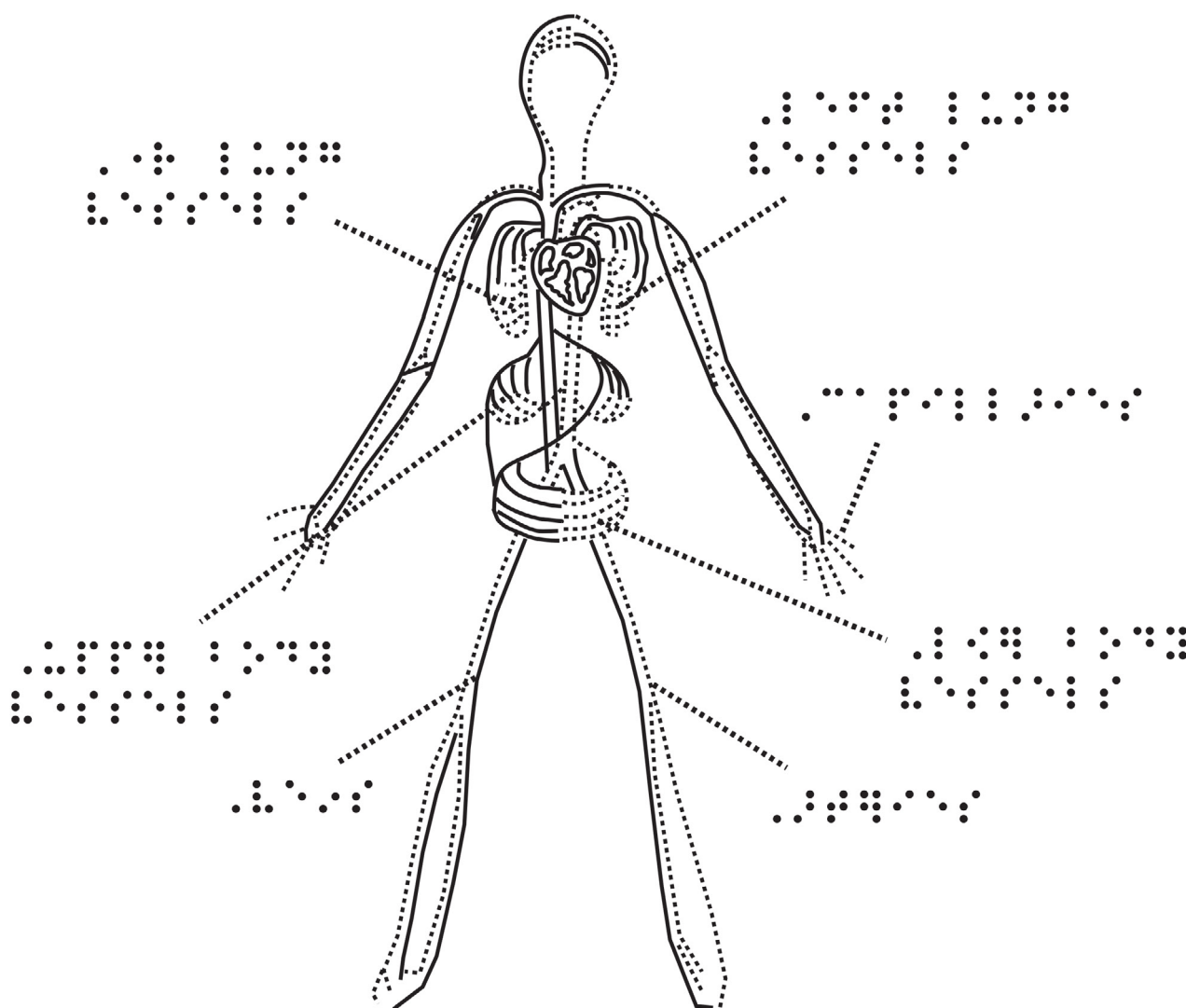
Apêndice J | Etapa 2 – Resultados do *card sorting*

O Quadro a seguir apresenta os resultados obtidos. A primeira coluna indica os níveis, subníveis e variáveis gráficas correspondentes; as 10 colunas seguintes indicam quais participantes consideraram as variáveis daquele nível/subnível. E por fim, a última coluna apresenta a soma de participantes que consideraram as variáveis no nível/ subnível correspondente.

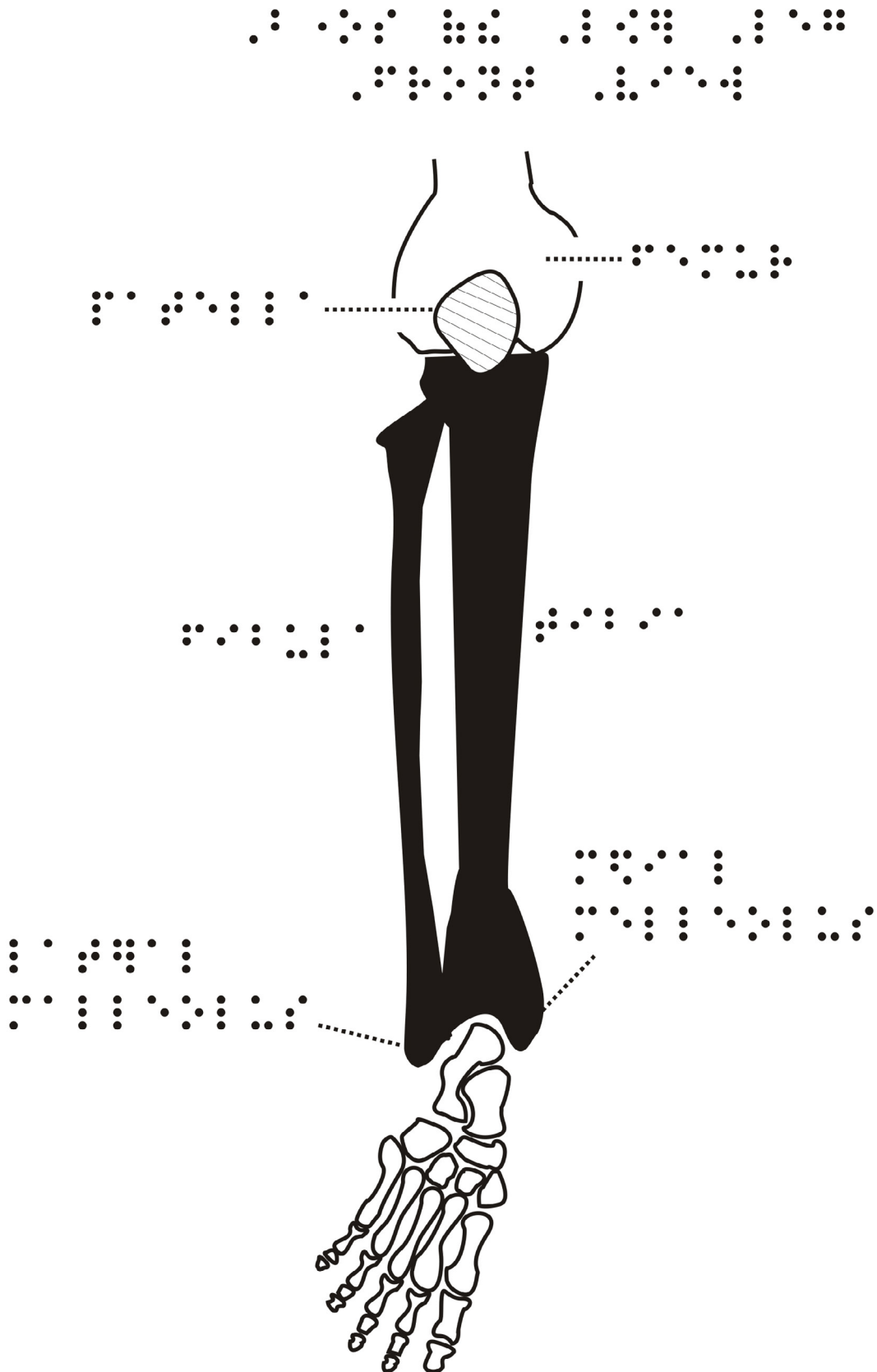
	DESENVOLVEDORES					EDUCADORES					TOTAL
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Nível 1 – Imagens											
1. Componentes gráficos											
Ponto	•		•	•	•	•	•	•	•	•	9
Linha	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
2. Elementos de orientação											
Números/letras	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Setas	•	•		•	•	•	•		•	•	8
3. Elementos simbólicos											
Setas	•	•		•		•	•				5
Linhas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Marcas semânticas	•	•		•	•	•	•	•	•	•	9
4. Elementos enfáticos											
Seta											0
Ponto			•			•	•	•		•	5
Linha		•		•		•	•			•	5
Contraste figura/fundo		•		•	•		•				4
Textura/preenchimento	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
5. Completude											
Representação parcial	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Representação completa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
6. Vistas											
Frontal	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Superior		•	•	•	•	•	•	•			7
Inferior		•	•	•	•	•	•	•	•		8
Lateral		•	•		•	•	•	•	•	•	8
Seccionada			•	•	•	•	•		•	•	7
Nível 2 – Relação imagem e texto											
1. Apresentação											
Título	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Rótulo	•	•		•	•	•	•	•	•		8
Legenda	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Bloco de texto		•	•	•	•	•	•	•	•		8
2. Elementos de ligação/separação											
Linha			•	•	•	•	•	•	•	•	8
Box		•				•	•				3
Espaço vazio	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Número/letras	•	•			•		•		•	•	6
TOTAL	16	22	18	22	22	24	26	19	20	19	208

Apêndice K | Etapa 2 – Amostra de 3 imagens táteis – TGIL

Amostra 01



Amostra 02

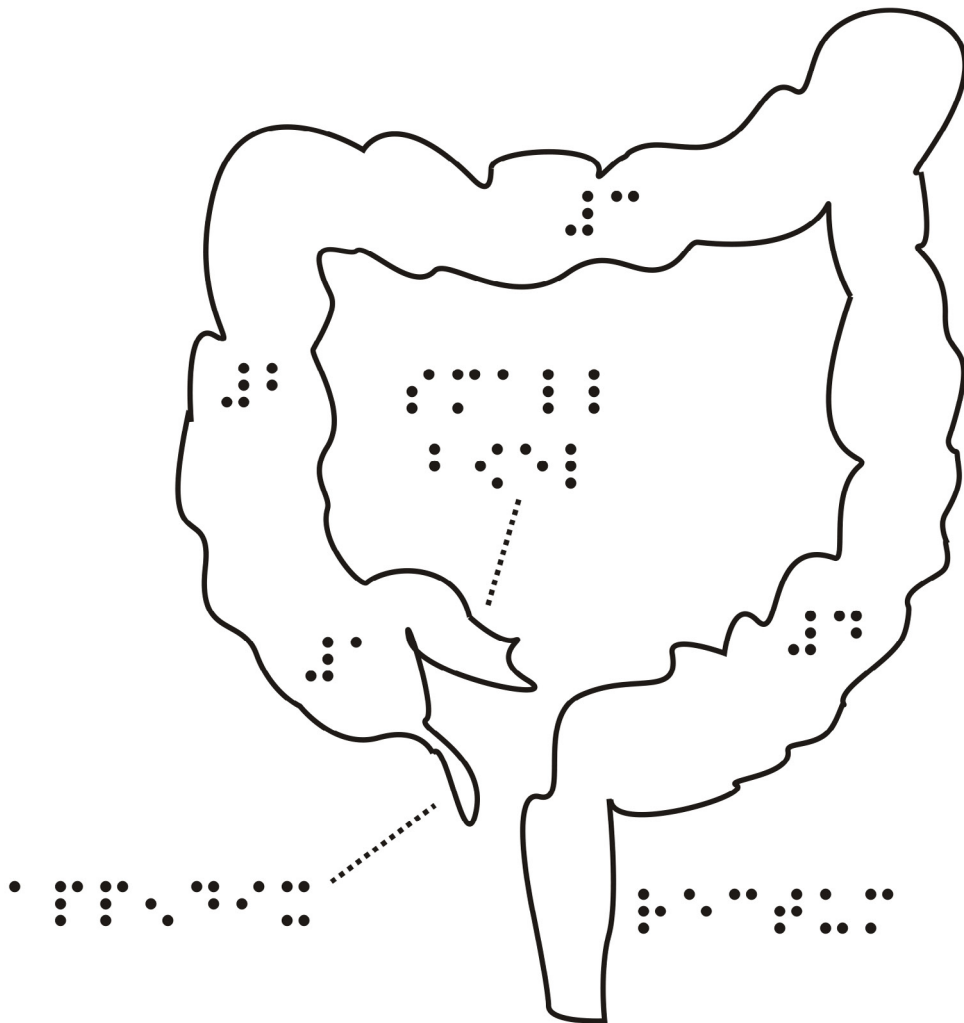


Amostra 03

... ..

...

... ..



Apêndice L | Resultados estudo analítico por júri dividido por amostras

Os quadros a seguir correspondem às análises feitas pelos participantes de acordo com cada imagem da amostra. A coluna correspondente ao “total” indica quantas vezes a variável foi citada pelos participantes. Importante salientar que o total máximo da coluna é $n=30$ (10 participantes analisando 3 imagens), indicando a quantidade de cada variável assinalada. Já o total explícito na última linha corresponde ao número de variáveis gráficas que cada participante verificou a partir da análise das amostras. Este número não caracteriza a imagem como sendo melhor ou pior, apenas menciona a quantidade de variáveis assinalada por cada participante, podendo estar relacionada com a expertise do participante em relação ao assunto.

Amostra 01 – Representação tátil do sistema circulatório

	DESENVOLVEDORES				EDUCADORES						TOTAL
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Nível 1– Imagens											
3. Componentes gráficos											
Ponto	•	•	•	•	•			•	•		7
Linha	•		•	•	•	•	•	•	•	•	9
4. Elementos de orientação											
Números/letras	•			•	•		•	•		•	6
Setas	•					•	•			•	4
5. Elementos simbólicos											
Setas	•							•			2
Linhas	•		•	•		•		•		•	6
Marcas semânticas					•					•	2
6. Elementos enfáticos											
Seta											0
Ponto		•		•				•			3
Linha			•	•							2
Contraste figura/fundo		•		•	•						3
Textura/preenchimento	•			•	•	•	•				5
7. Completude											
Representação parcial			•	•		•	•	•		•	6
Representação completa	•	•		•			•		•		5
8. Vistas											
Frontal	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Superior											0
Inferior											0
Lateral											0
Seccionada				•				•		•	3
Nível 2 – Relação imagem e texto											
1. Apresentação											
Título											0
Rótulo	•	•		•				•	•		5
Legenda			•	•		•	•			•	5
Bloco de texto	•				•	•					3
2. Elementos de lincagem/separação											
Linha	•		•	•	•			•	•		6
Box											0
Espaço vazio	•	•		•	•				•		5
Número/letras		•		•							2
TOTAL	13	8	8	17	10	8	8	11	7	9	99

Amostra 02 – Representação tátil dos ossos inferiores da perna

	DESENVOLVEDORES					EDUCADORES					TOTAL
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Nível 1– Imagens											
3. Componentes gráficos											
Ponto				•	•						2
Linha	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
4. Elementos de orientação											
Números/letras	•			•				•			3
Setas						•				•	2
5. Elementos simbólicos											
Setas	•										1
Linhas				•		•		•	•	•	5
Marcas semânticas	•	•		•	•						4
6. Elementos enfáticos											
Seta											0
Ponto				•							1
Linha		•		•			•		•		4
Contraste figura/fundo		•		•	•						3
Textura/preenchimento	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
7. Completude											
Representação parcial	•	•	•	•				•	•		6
Representação completa		•		•		•				•	4
8. Vistas											
Frontal	•	•	•	•	•	•		•	•	•	9
Superior											0
Inferior											0
Lateral											0
Seccionada		•		•			•				3
Nível 2 – Relação imagem e texto											
1. Apresentação											
Título	•	•	•	•	•	•		•	•	•	9
Rótulo	•	•		•	•			•	•		6
Legenda				•			•				2
Bloco de texto	•					•				•	3
2. Elementos de ligação/separação											
Linha			•	•	•			•	•		5
Box											0
Espaço vazio	•	•			•		•		•		5
Número/letras		•		•							2
TOTAL	11	12	6	18	11	8	6	9	10	8	99

Amostra 03 – Representação tátil do intestino grosso

	DESENVOLVEDORES					EDUCADORES					TOTAL
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Nível 1– Imagens											
3. Componentes gráficos											
Ponto		•		•							2
Linha	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
4. Elementos de orientação											
Números/letras	•			•		•	•	•	•	•	7
Setas	•						•				2
5. Elementos simbólicos											
Setas	•					•				•	3
Linhas			•	•				•	•		4
Marcas semânticas	•			•							2
6. Elementos enfáticos											
Seta							•				1
Ponto				•							1
Linha	•		•	•				•	•		5
Contraste figura/fundo		•		•	•						3
Textura/preenchimento	•			•							2
7. Completude											
Representação parcial		•	•	•		•				•	5
Representação completa	•				•		•	•	•		5
8. Vistas											
Frontal	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
Superior											0
Inferior											0
Lateral											0
Seccionada				•				•			2
Nível 2 – Relação imagem e texto											
1. Apresentação											
Título	•	•	•	•	•	•		•	•	•	9
Rótulo	•	•		•	•				•		5
Legenda	•	•		•	•		•	•			6
Bloco de texto	•		•			•			•	•	5
2. Elementos de ligação/separação											
Linha			•	•	•			•	•		5
Box											0
Espaço vazio		•		•	•			•	•		5
Número/letras	•	•		•					•		4
TOTAL	14	10	8	18	9	7	7	11	12	7	103

Apêndice M | Protocolo de entrevista semiestruturada

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Por quê?

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise? Por quê?

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

No nome/denominação das variáveis apresentadas?

☐ S ☐ N Por quê?

No modelo de análise, de maneira geral?

☐ S ☐ N Qual (is)?

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado? Por quê?

☐ Desenvolvimento de imagens em relevo

☐ Adaptação de imagens em relevo

☐ Outro. Qual?

5. Você teria outras sugestões ou comentários?

☐ S ☐ N

Obrigada!

Apêndice N | Protocolos de entrevista semiestruturada dos participantes

P1

Protocolo de entrevista semiestruturada

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

[] 1 [] 2 ☒ 3 [] 4 [] 5

Por quê?

(Por que dificuldade de entender o nível dos objetos
nível do desenho, cego
nível do projeto.

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise?

Por quê?

3D relevo, textura. Não muito interesse em colocar o pontilhado
+ informações que o pontilhado
oculta.

2D
plano

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

☒ S [] N Por quê?

- No modelo de análise, de maneira geral?

[] S [] N Qual (is)?

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

☒ Desenvolvimento de imagens em relevo

[] Adaptação de imagens em relevo

[] Outro. Qual?

Por quê?

automatizar o processo
testar com o cego. tipologia de características
entologia } necessárias

prazer
motivação
entendimento
clareza

5. Você teria outras sugestões ou comentários? [] S [] N

qual é a melhor acurácia pelo cego

Parâmetros de grau de complexidade
Obrigada! pro desenho. o custo x benefício.
Retorno.

a Percepção depende.
Referencial do cego.

Der se c/o cego a preferência p/ depois testar
grau de contornamento que ele tem a suposto do assunto

P2

Protocolo de entrevista semiestruturada

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5= muito difícil)

☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5

Por quê?

Porque foi difícil de perceber num primeiro momento que imagem se referia à ilustração sem o texto/marcas, e tive que recorrer às respostas de dados.

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise?

Por quê?

Componentes gráficos diferenciados, preenchimento e texturas para ênfase e como marca semântica (início/fim/retiro) espaço, contrastes.

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

☒ S ☐ N Por quê? Imagem → representação imagética ou ilustração ou figura
Elem. orientação → no nível imagem com fluxo, início...
porque não confundir um nível q' o outro no momento da resposta

- No modelo de análise, de maneira geral?

☐ S ☒ N Qual (is)?

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

☒ Desenvolvimento de imagens em relevo

☒ Adaptação de imagens em relevo

☐ Outro. Qual?

Por quê?

5. Você teria outras sugestões ou comentários? ☐ S ☒ N

Obrigada!

P3

Protocolo de entrevista semiestruturada

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

[] 1 [] 2 [] 3 [] 4 [] 5

Por quê?

2. Deu para identificar o que a ilustração quer passar, qual informação quer transmitir

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise?

Por quê?

Ponto e linha, porque a orientação do texto com a imagem é muito importante e a representação visual com uma linha direcionada ao texto

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

[] S [] N Por quê?

- No modelo de análise, de maneira geral?

[] S [] N Qual(is)?

Desenvolveria um pictograma com o contorno do corpo humano e com ponto na região que fosse explicar uma linha com um zoom da imagem, mostrando uma área maior e com poucos detalhes.

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

[] Desenvolvimento de imagens em relevo

[x] Adaptação de imagens em relevo

[] Outro. Qual?

Por quê?

Uma lamina p/ uma pessoaidente e fácil associar a ideia para um cego como falha? melhorar adaptar a lamina para o cego.

5. Você teria outras sugestões ou comentários? [] S [x] N

Obrigada!

P4

PROTOCOLO DA ENTREVISTA

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

[] 1 ☒ 2 [] 3 ☒ 4 [] 5

Por quê?

Acho fácil até por questão da imagem. Mesmo não entendendo o scale da pra entender o que a imagem tá fazendo. Só é muito fácil porque não entendi o que estava escrito.

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise? Por quê?

Contraste figura-fundo p/ a pessoa conseguir identificar o que é figura e o que é fundo.

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

[x] S [] N Por quê?

Dúvida entre rótulo e legenda.

- No modelo de análise, de maneira geral?

[x] S [] N Qual (is)?

Melhor diferenciação entre rótulo e legenda

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

☒ Desenvolvimento de imagens em relevo

[] Adaptação de imagens em relevo

[] Outro. Qual?

Por quê?

Acho que é melhor desenvolver alguma coisa do zero do que adaptar.

5. Você teria outras sugestões ou comentários? [x] S [] N

Diferenciar um pouco mais porque pra mim a diferenciação de linha é muito sutil. Até pela questão da hierarquia da informação. Diferenciar a linha do desenho da linha que é uma seta.

Obrigada!

P5

PROTOCOLO DA ENTREVISTA

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

[] 1 [] 2 ☒ 3 [] 4 [] 5

Por quê?

Prececi de explicação para entender o que são essas variáveis

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise? Por quê?

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

[] S [] N Por quê?

→ FORMAS orgânicas
geométricas

- No modelo de análise, de maneira geral?

[] S [] N Qual (is)?

→ Elementos Simbólicos

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

— → [] Desenvolvimento de imagens em relevo

+ → ☒ Adaptação de imagens em relevo

[] Outro. Qual?

Por quê?

5. Você teria outras sugestões ou comentários? [] S [] N

Pensar em padronização

Obrigada!

P6

PROTOCOLO DA ENTREVISTA

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

[] 1 [] 2 [] 3 ☒ 4 [] 5

Por quê?

Sugestão: legenda com as definições dos termos.
As respostas podem variar de acordo com o entendimento dos termos.

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise? Por quê?

letras e setas, porque podem confundir a leitura tátil.

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

[] S ☒ N Por quê?

Não, se existir a legenda

- No modelo de análise, de maneira geral?

☒ S [] N Qual (is)?

Incluir legenda

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

☒ Desenvolvimento de imagens em relevo

☒ Adaptação de imagens em relevo

[] Outro. Qual?

Por quê?

5. Você teria outras sugestões ou comentários? [] S ☒ N

Obrigada!

P7

PROTOCOLO DA ENTREVISTA

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5

Por quê?

PORQUE EU NÃO DOMINO ESSES ELEMENTOS, ENTÃO TALVEZ, SE VOCÊ FOSSE FAZER COM UMA PROF. DE ARTES, TALVEZ ELA DOMINASSE MELHOR ESSES ELEMENTOS DO QUE EU

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise? Por quê?

A QUESTÃO DA ESCRITA COMO ELA ESTÁ OU COMO ELA SE APRESENTA OU COMO AS SETAS SÃO RELACIONADAS A ISSO. OS MARCADORES DE ÊNFASE, TÍTULO E AS LINHAS (DIFERENTE ESPESSURAS) SÃO MUITO IMPORTANTES

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

☒ S ☐ N Por quê?

RÓTULO. PORQUE REMETE A RÓTULO DE EMBALAGEM

- No modelo de análise, de maneira geral?

☐ S ☒ N Qual(is)?

ACHEI MEIO COMPLEXO, POIS NÃO FAZ PARTE DA MINHA VIVÊNCIA.

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

↑ ☒ Desenvolvimento de imagens em relevo

↓ ☐ Adaptação de imagens em relevo

☐ Outro. Qual?

Por quê?

POR QUE NEM SEMPRE O QUE A GENTE ADAPTA FUNCIONA, ENTÃO SERIA CRIAÇÃO MESMO

5. Você teria outras sugestões ou comentários? ☐ S ☐ N

TALVEZ APROVEITAR E FAZER POR UMA PESSOA QUE TEM BOM VÍCIO TAMBÉM.

USAR A MESMA IMAGEM, MAS COM MENOS DETALHES, TALVEZ MAIS CORES, CONTRASTE E SEM O BRAILLE.

Obrigada!

P8

PROTOCOLO DA ENTREVISTA

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5

Por quê?

As classificações as variáveis é necessário imaginar o nível de desenvolvimento das pessoas que irão ler cada tipo de amostra.

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise? Por quê?

Elementos de orientação e enfáticos porque os meus viz é o que faz a alguns reconhecer e compreender a imagem mais facilmente.

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

☐ S ☒ N Por quê?

- No modelo de análise, de maneira geral?

☐ S ☒ N Qual (is)?

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

☒ Desenvolvimento de imagens em relevo

☐ Adaptação de imagens em relevo

☐ Outro. Qual?

Por quê?

Porque nem toda imagem tem a adaptação em relevo como melhor forma de adaptação.

5. Você teria outras sugestões ou comentários? ☒ S ☐ N

É necessário pensar na idade e nível de desenvolvimento da público alvo de cada imagem para melhor compreensão e aprendizado.

Obrigada!

P9

PROTOCOLO DA ENTREVISTA

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5

Por quê?

Dificuldade interpretação vocabulário/nomenclatura.

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise? Por quê?

Linhas, texto explicativo, número / legenda.

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

☒ S ☐ N Por quê?

RÓTULO = TEXTO EXPLICATIVO. DIFERENCIAL DA ASSOCIAÇÃO À RÓTULO = ETIQUETA.

- No modelo de análise, de maneira geral?

☐ S ☒ N Qual (is)?

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

☒ Desenvolvimento de imagens em relevo

☒ Adaptação de imagens em relevo

☐ Outro. Qual?

Por quê?

5. Você teria outras sugestões ou comentários? ☐ S ☒ N

Obrigada!

P10

PROTOCOLO DA ENTREVISTA

1. Você considera que aplicar as variáveis de análise na amostra foi:

(1= muito fácil; 5=muito difícil)

[] 1 [] 2 ☒ 3 [] 4 [] 5

Por quê?

A primeira imagem estava confusa

2. Em sua opinião, quais as variáveis mais necessárias no modelo de análise? Por quê?

Título, espessura de linhas variadas

3. Você teria alguma sugestão de mudança:

- No nome/denominação das variáveis apresentadas?

☒ S [] N Por quê?

legenda em baixo, setas de orientação (de função)

- No modelo de análise, de maneira geral?

☒ S [] N Qual (is)?

Sistema circulatório

4. Em que contexto(s) você acredita o uso deste modelo seria mais adequado?

☒ Desenvolvimento de imagens em relevo

☒ Adaptação de imagens em relevo

[] Outro. Qual?

Por quê?

5. Você teria outras sugestões ou comentários? [] S ☒ N

Obrigada!

Apêndice O | Termo de consentimento livre esclarecido

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa
em Seres Humanos do Setor de Ciências da
Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB.nº 772426
na data de 03/09/2014

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Dominique Leite Adam, Carla Galvão Spinillo e Claudia Mara Scudelari de Macedo, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, adulto maior de 18 anos, educador de pessoas com deficiência visual e/ou desenvolvedor de objetos de aprendizagem para cegos e/ou especialista em Design a participar de um estudo intitulado “Premissas de criação de imagens em relevo em objetos de aprendizagem para cegos”. A relevância desse estudo se dá em três aspectos principais: (1) Aspectos sociais, visto que a acessibilidade é um direito; (2) aspectos mercadológicos, devido ao crescimento do mercado de ensino; e, (3) sob o ponto de vista do Design da Informação, considerando que as pesquisas focando acessibilidade com uso da tecnologia assistiva, particularmente da imagem tátil em objetos de aprendizagem são escassas.

- a) O objetivo desta pesquisa é identificar as características gráficas que a imagem tátil possui para ser acessível a pessoas com deficiência visual.
- b) Caso você participe da pesquisa, será necessário participar de um *card sorting* – separar hierarquicamente conceitos correspondentes às variáveis gráficas; analisar graficamente uma imagem tátil, de acordo com protocolo de análise apresentado e responder a uma entrevista semiestruturada a respeito das tarefas realizadas.
- c) Para tanto você deverá disponibilizar agenda para que possamos ir até você e realizar a pesquisa (cerca de 1 hora).
- d) É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado ao constrangimento de não conseguir realizar as tarefas solicitadas, como o ‘card sorting’ e/ou a análise de imagens táteis. Caso isso ocorra, não hesite em solicitar o cancelamento de sua participação sem penalizações.
- e) Alguns riscos podem relacionados ao estudo podem ser: constrangimento, impaciência, tédio, cansaço, desistência. Caso isso traga incômodo, você poderá cancelar sua participação a qualquer instante, sem penalidades, e as informações obtidas até momento serão descartadas.
- f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: identificar as variáveis gráficas necessárias para a criação/adaptação de imagens táteis para pessoas cegas. No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico.

Rubricas:

Participante da Pesquisa e /ou responsável legal _____
Pesquisador Responsável _____
Orientador _____ Orientado _____

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR
Rua Pe. Camargo, 280 – 2º andar – Alto da Glória – Curitiba-PR – CEP:80060-240
Tel (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

g) A pesquisadora Dominique Leite Adam, mestranda do Programa de Pós Graduação em Design da Universidade Federal do Paraná, responsável por este estudo poderá ser contatada no endereço Rua General Carneiro, 480 – 8º andar, Centro, Curitiba-PR, por e-mail (domiadam@gmail.com) ou por telefone celular (41 96214744) para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

h) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento, sem penalizações, e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

i) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (orientadora do projeto de pesquisa e demais pesquisadores vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Design da UFPR). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade**. A sua entrevista será gravada, respeitando-se completamente o seu anonimato. Tão logo transcrita a entrevista e encerrada a pesquisa o conteúdo será desgravado ou destruído.

j) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro.

k) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, _____ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

(Assinatura do participante de pesquisa ou responsável legal)

Local e data

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa
em Seres Humanos do Setor de Ciências da
Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB nº 777 426
na data de 03 / 09 / 2014 *pm*

Dominique Leite Adam
Pesquisadora Responsável

Rubricas:
Participante da Pesquisa e /ou responsável legal _____
Pesquisador Responsável _____
Orientador _____ Orientado _____

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR
Rua Pe. Camargo, 280 – 2º andar – Alto da Glória – Curitiba-PR – CEP:80060-240
Tel (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Apêndice P | Quadro analítico de imagens táteis

Amostra Nº	
Identificação da imagem/título	
Orientação da imagem: () vertical () horizontal	
Escala: corpo humano é a principal unidade de medida	
Níveis das variáveis	Descrição/variação
Nível 1 – Imagens	
<i>Componentes gráficos</i>	
Ponto	
Linha	() Pontilhada () Tracejada () Espiralada () Zig-zag
<i>Elementos de orientação</i>	
Números/ letras	
Setas	() Pontilhada () Tracejada () Espiralada
<i>Elementos simbólicos</i>	
Setas	() Pontilhada () Tracejada
Linhas	() Pontilhada () Tracejada () Espiralada () Zig-zag
Marcas semânticas	
<i>Elementos enfáticos</i>	
Ponto	
Linhas	() Pontilhada () Tracejada () Espiralada () Zig-zag
Seta	() Pontilhada () Tracejada
Contraste figura-fundo	
Textura/Preenchimento	
<i>Compleitude</i>	
Representação parcial	() Em relação ao título () Em relação a representação
Representação completa	() Em relação ao título () Em relação a representação
<i>Vistas</i>	
Frontal	
Superior	
Inferior	
Lateral	
Seccionada	
Nível 2 – Relação imagem e texto	
<i>Apresentação do texto</i>	
Título	() Superior
Rótulo	
Legenda	() Inferior
Texto corrido/Bloco de texto	() Superior () Inferior () outra página
<i>Elementos de lincagem /separação</i>	
Linha	() Pontilhada () Tracejada () Espiralada () Zig-zag
Espaço	
Números/letras	